

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL

MEMORIA



Proyecto Fin de Carrera realizado por:

Antonio Rubio Robles

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad

Tutores de Proyecto: Juan José Portero Rodríguez, Alfredo Conesa Tejerina

Curso 2008/2009

MEMORIA

Indice

1.- Memoria

1.1.- Objeto del Proyecto.....	4
1.2.- Titulares de la instalación: al inicio y al final.....	4
1.3.- Usuarios de la instalación.....	4
1.4.- Emplazamiento de la instalación.....	4
1.5.- Legislación y normativa aplicable.....	4
1.6.- Descripción genérica de las instalaciones, uso y potencia.....	7
1.6.1.- Red de Baja Tensión.....	7
1.6.2.- Red de Media Tensión.....	7
1.6.2.1.- Potencia máxima a transportar y criterios de cálculo.....	7
1.6.3.- Centros de Transformación.....	7
1.6.3.1.- Programa de necesidades y potencia instalada en kVA....	8
1.7.- Plazo de ejecución de las instalaciones.....	9
1.8.- Descripción de las instalaciones.....	9
1.8.1.- Red de Baja Tensión.....	9
1.8.1.1.- Trazado.....	11
1.8.1.1.1.- Longitud.....	11
1.8.1.1.2.- Inicio y final de la línea.....	12
1.8.1.1.3.- Cruzamientos, paralelismos, etc.....	12
1.8.1.1.4.- Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.....	12
1.8.1.2.- Puesta a Tierra.....	12
1.8.2.- Red de Media Tensión.....	13
1.8.2.1.- Trazado.....	13
1.8.2.1.1.- Puntos de entronque y final de línea.....	13
1.8.2.1.2.- Longitud.....	13
1.8.2.1.3.- Términos municipales afectados.....	13
1.8.2.1.4.- Relación de cruzamientos, paralelismos, etc.....	13
1.8.2.1.5.- Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.....	14
1.8.2.2.- Materiales.....	14
1.8.2.2.1.- Conductores.....	14
1.8.2.2.2.- Aislamientos.....	15
1.8.2.2.3.- Accesorios.....	15
1.8.2.2.4.- Protecciones eléctricas de principio y fin de línea.....	15
1.8.2.3.- Zanjas y sistemas de enterramiento.....	15
1.8.2.3.1.- Medidas de señalización y seguridad.....	16
1.8.2.4.- Puesta a Tierra.....	16
1.8.3.- Centros de Transformación.....	16
1.8.3.1.- Generalidades.....	16
1.8.3.1.1.- Características de los materiales.....	17
1.8.3.1.2.- Cimentación.....	18
1.8.3.1.3.- Apoyo de sustentación.....	18
1.8.3.1.4.- Cerramientos exteriores.....	18
1.8.3.1.5.- Varios.....	19

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

1.8.3.2.- Instalación eléctrica.....	21
1.8.3.2.1.- Características de la red de alimentación.....	21
1.8.3.2.2.- Características de la aparamenta de Media Tensión.....	22
1.8.3.2.2.1.- Aisladores.....	27
1.8.3.2.2.2.- Grapas de anclaje.....	27
1.8.3.2.2.3.- Pararrayos autovalvulares.....	27
1.8.3.2.3.- Características de la aparamenta de Baja Tensión.....	28
1.8.3.2.4.- Características descriptivas de las celdas y transformadores de Media Tensión.....	28
1.8.3.3.- Medida de la Energía Eléctrica.....	32
1.8.3.4.- Puestas a Tierra.....	32
1.8.3.4.1.- Tierra de protección.....	32
1.8.3.4.2.- Tierra de servicio.....	32
1.8.3.5.- Instalaciones secundarias.....	32
1.8.3.5.1.- Características descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.....	32
1.8.3.5.2.- Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.....	34
1.8.3.5.3.- Otras instalaciones secundarias.....	36

1.- Memoria

1.1.- Objeto del proyecto

Se redacta en el presente proyecto el cálculo y diseño de la red de Baja Tensión, para la alimentación de las distintas cargas que se encuentran distribuidas en el polígono residencial. La red de Baja Tensión incluye todos los elementos que se encuentran a la salida del secundario del transformador, con los fusibles de protección de las líneas y sus respectivas cajas generales de protección según el tipo de abonado o abonados a quienes esté destinado el consumo.

Por otra parte también se realizará el cálculo y diseño de la línea de Media Tensión que se deriva de la red de distribución de 20 kV, ésta pasará de ser aérea a ser subterránea y enlazará con un centro de transformación, desde el cual se trazará un anillo de media tensión a 20 kV para distribuir la energía eléctrica a los distintos centros de transformación del anillo.

Además de lo proyectado anteriormente se definirán las características de los Centros de Transformación destinados al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en los mismos, se utilizarán dos tipos de Centros de Transformación, los PFU y los MINIBLOK.

1.2.- Titulares de la instalación: al inicio y al final

Al inicio el titular de la instalación es la Universidad Politécnica de Cartagena con dirección Plaza del Cronista Isidoro Valverde, Edificio La Milagrosa, C.P. 30202 Cartagena, más adelante ésta será traspasada a la empresa distribuidora de energía eléctrica Iberdrola.

1.3.- Usuarios de la instalación

Los distintos usuarios de la instalación serán las personas físicas que se encuentren viviendo en el polígono residencial tanto en viviendas unifamiliares y edificios, como el mismo ayuntamiento de Murcia el cual dispone de una parcela en la que se tiene previsto construir un equipamiento social y deportivo.

1.4.- Emplazamiento de la instalación

El polígono residencial está ubicado en el término municipal de Murcia y queda limitado: por el norte con la Autovía del Mediterráneo A-7 y por el sur con la carretera de Cabezo de Torres A-4 que se dirige hacia esa misma población y además se enlaza por el este con la A-7.

1.5.- Legislación y normativa aplicable

En el presente proyecto las normas que se han aplicado y que están en uso actualmente son:

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Normas generales:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Normas particulares y de normalización de Iberdrola.
- Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Murcia.
- Contenidos mínimos en proyectos, Resolución de 3 de Julio de 2003, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueban los contenidos esenciales de determinados proyectos y el modelo de certificado como consecuencia de la aprobación por el real decreto 842/2002, de 2 de Agosto, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Normas UNE y normas EN.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de Diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-94.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de Noviembre.
- Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales.
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Normas y recomendaciones de diseño de los edificios para los Centros de Transformación:

- **CEI 61330 UNE-EN 61330**, Centros de Transformación prefabricados.
- **RU 1303A**, Centros de Transformación prefabricados de hormigón.
- **NBE-X**, Normas básicas de la edificación.

Normas y recomendaciones de diseño de la aparamenta eléctrica:

- **CEI 60694 UNE-EN 60694**, Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
- **CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X**, Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- **CEI 60298 UNE-EN 60298**, Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- **CEI 60129 UNE-EN 60129**, Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- **RU 6407B**, Aparamenta prefabricada bajo envolvente metálica con dieléctrico de Hexafloruro de Azufre SF₆ para Centros de Transformación de hasta 36 kV.
- **CEI 60265-1 UNE-EN 60265-1**, Interruptores de Alta Tensión. Parte 1: Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- **CEI 60420 UNE-EN 60420**, Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

- **CEI 60076-X UNE-EN 60076-X**, Transformadores de potencia.
- **UNE 20101-X-X**, Transformadores de potencia.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores (aceite):

- **RU 5201D**, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión.
- **UNE 21428-X-X**, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión de 50 kVA A 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

1.6.- Descripción genérica de las instalaciones, uso y potencia.

1.6.1.- Red de Baja Tensión.

El polígono residencial posee una superficie de 140.000 m² de los cuales 99.253 m² son la superficie de las distintas parcelas y los 40.747 m² restantes están destinados a las aceras y calzadas de dicho polígono.

Se dispone en el complejo de ocho parcelas destinadas a viviendas unifamiliares y cuatro parcelas destinadas a edificios, tres zonas comunes ajardinadas y un equipamiento social y deportivo.

Las viviendas unifamiliares tendrán una electrificación elevada mientras que las viviendas para los edificios será una electrificación básica, en cuanto a las zonas ajardinadas la potencia que le asignaremos será la correspondiente a una luminaria Na HP de 100 W por cada 30 m², el equipamiento social y deportivo se le asignará una potencia de 10 W por cada m² y la potencia que se tendrá en cuenta para el alumbrado de viales será la correspondiente a una luminaria Na HP de 250 W cada 25 metros de distancia.

1.6.2.- Red de Media Tensión.

Para el desarrollo de la L.S.M.T. en primer lugar realizaremos una derivación de la Línea Aérea de Media Tensión que pasa por los terrenos colindantes a la urbanización, después se pasará a subterránea mediante un entronque aéreo-subterráneo, a partir de aquí se enlazará con el Centro de Transformación nº1.

Se realizará también un anillo de MT en instalación subterránea que enlace todos los CT ubicados en el interior de la urbanización con el fin de llevar energía eléctrica a todos los puntos.

1.6.2.1.- Potencia máxima a transportar y criterios de cálculo.

Se prevé que la Línea Subterránea de Media de Tensión (L.S.M.T) alimente a un total de 10 Centros de Transformación con una potencia cada uno de 400 kVA, por lo tanto el total de potencia ascenderá hasta los 4000 kVA.

En función de esta potencia total escogeremos el conductor más apropiado para el diseño y obtendremos la Potencia Máxima a Transportar.

Todo el proceso de cálculo será realizado en el apartado referente a los cálculos eléctricos.

1.6.3.- Centros de Transformación.

Los Centros de Transformación tipo compañía, objetos de este proyecto tienen la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de MT empleados en este proyecto son:

a) Centro de Transformación PFU:

- CGMcosmos: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.
- CGMcosmos: Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

b) Centros de Transformación MINIBLOK:

- CGMcosmos: Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

1.6.3.1.- Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 230 V, con una potencia máxima simultánea de 4.917,09 kW y utilizando la siguiente ecuación será de aproximadamente 2.186 kVA.

$$P_{CT} = \frac{\sum P_{BT}(kW) \cdot 0,4}{0,9} = \frac{4.917,09 \cdot 0,4}{0,9} = 2.185,37 \cong 2.186 \text{ kVA}$$

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en cada Centro de Transformación es de 400 kVA. Para llegar al total de potencia instalada se instalarán 10 Centros de Transformación.

A continuación realizamos una tabla con las potencias previstas para cada parcela de la urbanización:

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

PARCELA	POTENCIA PREVISTA (kW)
1	220,8
2	312,8
3	110,4
4	931,54
5	932,23
6	193,2
7	202,4
8	464,74
9	663,88
10	248,4
11	202,4
12	165,6
Equipamiento	201,5
Jardín 1	18
Jardín 2	13,4
Jardín 3	4,8
Alumbrado	31
TOTAL	4.917,09

1.7.- Plazo de ejecución de las instalaciones.

Se tiene previsto el comienzo de las obras seis meses después de la entrega del Proyecto.

1.8.- Descripción de las instalaciones.

1.8.1.- Red de Baja Tensión.

Las instalaciones que nos encontramos en el polígono son las siguientes: 12 parcelas de viviendas, 3 zonas ajardinadas, un equipamiento social y deportivo, y el alumbrado de los viales.

Las características de cada parcela las describimos a continuación.

PARCELA Nº	Nº ENTRADAS	Nº VIVIENDAS	ELECTRIFICACION
1	24	24	ELEVADA
2	34	34	ELEVADA
3	12	12	ELEVADA
4	14	140	BASICA
5	14	140	BASICA
6	21	21	ELEVADA
7	22	22	ELEVADA
8	6	72	BASICA
9	10	100	BASICA
10	27	27	ELEVADA
11	22	22	ELEVADA
12	18	18	ELEVADA

Tabla 1.1: nº de viviendas, entradas y tipo de electrificación.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

PARCELA N°	N° ENTRADAS
JARDIN 1	1
JARDIN 2	1
JARDIN 3	1
EQUIPAMIENTO	3

Tabla 1.2: n° entradas de zonas comunes.

PARCELA N°	SUPERFICIE SOLAR (m2)
1	8.810
2	11.917
3	2.910
6	5.198
7	5.545
10	6.709
11	5.481
12	3.165
JARDIN 1	5.404
JARDIN 2	4.008
JARDIN 3	1.425
EQUIPAMIENTO	20.150

Tabla 1.3: superficie parcelas de viviendas unifamiliares y zonas comunes.

PARCELA N°	SUPERFICIE SOLAR (m2)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (m2)	SUPERFICIE GARAJE (m2)	SUPERFICIE ZONA COMUN (m2)
4	5.892	4.694	4.694	1.198
5	5.977	4.763	4.763	1.214
8	2.294	1.594	1.594	700
9	4.368	3.048	3.048	1.320

Tabla 1.4: superficie parcelas de edificios.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CALLE	LONGITUD (m)	LUMINARIAS
del Sauce	300	12
Goya	295	12
Infantes	255	10
Pinares	195	8
Rambla	260	10
Galileo	215	9
Auditorium	215	8
Astorga	130	5
Oxford	180	7
Huertas	115	5
Sierra Nevada	150	6
Pajaritos	105	4
Manresa	150	6
Pescadores	260	10
Mar Menor	300	12

Tabla 1.5: n° de luminarias por calle.

Para el diseño de la red eléctrica de baja tensión usaremos los conductores del tipo RV con una sección determinada para cada caso en función de la potencia que vaya a soportar dicho conductor, la longitud que cubre su respectivo fusible y la caída de tensión de la red. Se diseñarán las redes con dos anillos por cada centro de transformación, estas irán directamente enterradas y con una separación de los conductores en la misma zanja de 10 cm en el caso que sea necesario.

En las viviendas unifamiliares y el alumbrado de viales se colocarán las cajas de derivación junto con las cajas de protección y medida (CPM), éstas serán las especificadas por la empresa suministradora, teniendo uno o dos contadores monofásicos según sea necesario.

En los demás casos se utilizarán cajas generales de protección (CGP) especificadas por la empresa suministradora.

1.8.1.1.- Trazado.

El trazado de las distintas instalaciones de baja tensión será bajo la acera directamente enterrado.

1.8.1.1.1.- Longitud.

Las longitudes de los distintos anillos de baja tensión son las siguientes:

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CT N°	LONGITUD DEL ANILLO 1 (m)	LONGITUD DEL ANILLO 2 (m)
1	334	253
2	400	198
3	774	145
4	291	355
5	154	225
6	343	192
7	160	206
8	417	227
9	440	293
10	384	422

Tabla 1.6: longitud de los anillos de BT.

1.8.1.1.2.- Inicio y final de la línea.

Al tratarse de una configuración de la red en anillo el inicio y el final de las redes de baja tensión están en el centro de transformación respectivo de cada trazado.

1.8.1.1.3.- Cruzamientos, paralelismos, etc.

Las condiciones que cumplirán en los cruces y paralelismos las instalaciones de BT serán las siguientes:

- Cruces con calles y carreteras.

Los conductores estarán enterrados bajo tubo y el cruce se hará siempre que sea posible perpendicular al eje del vial.

- Cruces con otros conductores de energía eléctrica e instalaciones de agua, gas y telecomunicaciones.

No se producen cruces de este tipo en el presente proyecto.

- Paralelismo con otros conductores de energía eléctrica.

Los paralelismos que se dan de este tipo son los debidos a los anillos que realizan una ida y una vuelta discurriendo por la misma zanja, en algún caso discurrirán dos anillos distintos por la misma zanja, pero nunca se dará un paralelismo de conductores de BT con conductores de MT en el mismo plano ya que los de MT irán enterrados a un nivel más bajo.

1.8.1.1.4.- Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.

No procede.

1.8.1.2.- Puesta a Tierra.

El conductor neutro de las redes subterráneas de distribución pública, se conectará a tierra en el centro de transformación en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación; fuera del centro de transformación se conectará a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra, según Reglamento de Baja Tensión.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, en todas las cajas generales de protección o en las cajas de seccionamiento o en las cajas generales de protección y medida, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borne del neutro mediante un conductor aislado de 50 mm² de Cu, como mínimo. El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución.

1.8.2.- Red de Media Tensión.

1.8.2.1.- Trazado.

La línea discurrirá por terrenos de dominio público pertenecientes al término municipal de Murcia, su disposición será bajo la acera con conductores directamente enterrados.

- 1.) Derivación de la línea.
- 2.) Entronque aéreo-subterráneo.
- 3.) L.S.M.T. hasta la conexión con el CT principal.
- 4.) L.S.M.T. en anillo conectando todos los Centros de Transformación.

1.8.2.1.1.- Puntos de entronque y final de línea.

En la primera parte de la L.S.M.T. el punto de entronque será el mostrado en el plano nº 2 y su punto final de línea estará ubicado en la conexión con el Centro de Transformación principal.

Para la segunda parte de la L.S.M.T., es decir para el diseño del anillo, su punto principal de salida será desde el Centro de Transformación nº 1 hacia la conexión con los demás Centros de Transformación, llegando de nuevo a éste.

1.8.2.1.2.- Longitud.

La longitud de la línea desde el entronque aéreo-subterráneo hasta el Centro de Transformación principal es de 139 metros.

La longitud del anillo que enlaza los distintos Centros de Transformación desde el Centro de Transformación principal es de 1.293 metros.

1.8.2.1.3.- Términos municipales afectados.

El trazado de la línea en el presente proyecto sólo afecta al término municipal correspondiente al Ayuntamiento de Murcia.

1.8.2.1.4.- Relación de cruzamientos, paralelismos, etc.

Las condiciones que cumplirán en los cruces y paralelismos las instalaciones de MT serán las siguientes:

Cruzamientos

- Cruces con calles, caminos y carreteras.

Los conductores estarán enterrados bajo tubo y siempre que sea posible se hará el cruce perpendicular al eje del vial.

- Con ferrocarriles.

No se da el caso.

- Con otras conducciones de energía eléctrica e instalaciones de agua, gas y telecomunicaciones.

No se da el caso.

Paralelismos

- Con otros conductores de energía eléctrica.

Solamente se producirá este caso en un tramo del anillo en el que por la misma zanja circularán dos ternas de cables de MT, no se dará el caso para otros conductores de energía eléctrica.

- Con canalizaciones de agua y gas.

No se da el caso.

1.8.2.1.5.- Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.

No procede.

1.8.2.2.- Materiales.

1.8.2.2.1.- Conductores.

Se utilizarán únicamente cables de aislamiento de dieléctrico seco de las siguientes características:

- Conductor: Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022.
- Pantalla sobre el conductor: Capa de mezcla semiconductor aplicada por extrusión.
- Aislamiento: Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR).
- Pantalla sobre el aislamiento: Una capa de mezcla semiconductor pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
- Cubierta: Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.
- Tipos de conductores: Los propuestos en la siguiente tabla.

Tipo constructivo	Tensión nominal kV	Sección conductor mm2	Sección pantalla mm2
HEPRZ1	12/20	150	16
		240	16
		400	16

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Otras características más importantes son:

Sección mm ²	Tensión nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω/km	Reactancia por fase Ω/km	Capacidad μF/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536

En nuestro caso el conductor escogido entre los tres que nos propone Iberdrola es el de sección 240 mm².

1.8.2.2.2.- Aislamientos.

El aislamiento de los conductores será de etileno-propileno de alto módulo 105°C (HEPR).

1.8.2.2.3.- Accesorios.

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberá aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el Manual Técnico de Iberdrola correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

1.8.2.2.4.- Protecciones eléctricas de principio y fin de línea.

Al inicio de la línea en el entronque aéreo-subterráneo se colocarán las debidas protecciones contra sobretensiones y cortocircuitos. Para las sobretensiones se colocarán pararrayos de oxido metálico en cada una de las tres fases, y para los cortocircuitos se colocarán seccionadores con cartuchos fusibles en las tres fases, que además servirán para la posible desconexión de la línea en caso de producirse una avería.

La línea al final irá conectada a un centro de transformación con las debidas protecciones en sus celdas de Media Tensión. El anillo que enlazará todos los centros de transformación, irá protegido para la salida y entrada de la línea mediante las celdas de Media Tensión correspondientes a cada centro de transformación.

1.8.2.3.- Zanjas y sistema de enterramiento.

La Línea Subterránea de Media Tensión irá directamente enterrada bajo la acera a una profundidad de 1 metro y una anchura como mínimo de 0,60 metros. Nunca se instalará bajo la calzada excepto en los cruces, y evitando siempre los ángulos pronunciados. Los cruces de las calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial e irán con tubos de 160 mm de diámetro para introducir los cables.

Por otra parte se colocarán arquetas cada 50 metros para la inspección y tendido de los conductores.

1.8.2.3.1.- Medidas de señalización y seguridad.

Disposición de canalización directamente enterrada:

A una distancia mínima del suelo de 0,10 metros se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, también se pondrá un tubo de 160 mm de diámetro como protección mecánica, éste podrá ser usado como conducto de cables de control y redes multimedia.

Disposición de canalización directamente enterrada en cruces:

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior o marcado sobre el propio tubo, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

1.8.2.4.- Puesta a Tierra.

- Puesta a tierra de las cubiertas metálicas:

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y en puntos intermedios. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

- Pantallas:

En el caso de pantallas de cables unipolares se conectarán las pantallas a tierra en ambos extremos. Se pondrá a tierra las pantallas metálicas de los cables al realizar cada uno de los empalmes y terminaciones. De esta forma, en el caso de un defecto a masa lejano, se evitará la transmisión de tensiones peligrosas.

1.8.3.- Centros de Transformación.

Los Centros de Transformación objeto de este proyecto constan de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de estos Centros de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

1.8.3.1.- Generalidades.

A continuación se describirán todas las partes por las que se componen tanto los CT MINIBLOK como los de tipo PFU.

1.8.3.1.1.- Características de los materiales.

Edificio de Transformación: *PFU-4/20*

- Descripción:

Los Centros de Transformación PFU, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la apartamentada de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos Centros de Transformación es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidadoso diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

Edificio de Transformación: *miniBLOK - 24*

- Descripción:

El miniBLOK es un Centro de Transformación compacto compartimentado, de maniobra exterior, diseñado para redes públicas de distribución eléctrica en MT.

El miniBLOK es aplicable a redes de distribución de hasta 24 kV, donde se precisa de un transformador de hasta 630 kVA.

Consiste básicamente en una envolvente prefabricada de hormigón de reducidas dimensiones, que incluye en su interior un equipo compacto de MT del sistema CGMcosmos compacto, un transformador, un cuadro de BT y las correspondientes interconexiones y elementos auxiliares. Todo ello se suministra ya montado en fábrica, con lo que se asegura un acabado uniforme y de calidad.

El esquema eléctrico disponible en MT cuenta con dos posiciones de línea (entrada y salida) y una posición de interruptor combinado con fusibles para la maniobra y protección del transformador, así como un cuadro de BT con salidas protegidas por fusibles.

La concepción de estos centros, que mantiene independientes todos sus componentes, limita la utilización de líquidos aislantes combustibles, a la vez que facilita la sustitución de cualquiera de sus componentes.

Así mismo, la utilización de apartamentada de MT con aislamiento integral en gas reduce la necesidad de mantenimiento y le confiere unas excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales, e incluso a la eventual inundación del Centro de Transformación.

1.8.3.1.2.- Cimentación.

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

Para la ubicación del Centro de Transformación PFU es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

Edificio de Transformación: **miniBLOK - 24**

No procede.

1.8.3.1.3.- Apoyo de sustentación.

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

- Placa piso:

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

Edificio de Transformación: **miniBLOK - 24**

No procede.

1.8.3.1.4.- Cerramientos exteriores.

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

- Envolvente:

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 k Ω respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

Edificio de Transformación: *miniBLOK - 24*

- Envoltente:

Los edificios prefabricados de hormigón miniBLOK están formados por una estructura monobloque, que agrupa la base y las paredes en una misma pieza garantizando una total impermeabilidad del conjunto y por una cubierta movable.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kΩ respecto de la tierra de la envoltente.

En la parte frontal dispone de dos orificios de salida de cables de 150 mm. de diámetro para los cables de MT y de seis agujeros para los cables de BT, pudiendo disponer además en cada lateral de otro orificio de 150 mm. de diámetro. La apertura de los mismos se realizará en obra utilizando los que sean necesarios para cada aplicación.

1.8.3.1.5.- Varios.

Edificio de Transformación: *PFU-4/20*

- Accesos:

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

- Ventilación:

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamina en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Acabado:

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Calidad:

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303A.

- Alumbrado:

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Otros:

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Características detalladas:

Nº de transformadores:	1
Nº reserva de celdas:	1
Tipo de ventilación:	Normal
Puertas de acceso peatón:	1 puerta de acceso

Dimensiones exteriores:

Longitud:	4.480 mm
Fondo:	2.380 mm
Altura:	3.045 mm
Altura vista:	2.585 mm
Peso:	12.000 kg

Dimensiones interiores:

Longitud:	4.280 mm
Fondo:	2.200 mm
Altura:	2.355 mm

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Dimensiones de la excavación:

Longitud:	5.260 mm
Fondo:	3.180 mm
Profundidad:	560 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

Edificio de Transformación: **miniBLOK - 24**

- Características detalladas:

Nº de transformadores:	1
Puertas de acceso peatón:	1 puerta

Dimensiones exteriores:

Longitud:	2.100 mm
Fondo:	2.100 mm
Altura:	2.240 mm
Altura vista:	1.540 mm
Peso:	7.500 kg

Dimensiones interiores:

Longitud:	1.940 mm
Fondo:	1.980 mm
Altura:	1.550 mm

Dimensiones de la excavación:

Longitud:	4.300 mm
Fondo:	4.300 mm
Profundidad:	800 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

1.8.3.2.- Instalación eléctrica.

1.8.3.2.1.- Características de la red de alimentación.

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 500 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 14,4 kA eficaces.

1.8.3.2.2.- Características de la aparamenta de Media Tensión.

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación.

Celdas: CGMcosmos

Las celdas CGMcosmos forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente:

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso (para la altura de 1.740 mm), y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Cuba:

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra:

El interruptor disponible en el sistema CGMcosmos tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando:

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual.

- Conexión de cables:

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos:

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMcosmos es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas:

Las características generales de las celdas CGMcosmos son las siguientes:

Celdas: *CGMcosmos-2LIP*

Debido a que el sistema CGMcosmos compacto está compuesto de la unión estricta de funciones del tipo CGMcosmos modular, las características de los dos sistemas son prácticamente idénticas, a continuación se matizarán las diferencias de la CGMcosmos con la unión antes indicada.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Celdas CGMcosmos:

La CGMcosmos compacto es un equipo para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMcosmos modular. Incorpora tres funciones (2 posiciones de línea y una posición de protección con fusibles) en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

- Base y frente:

Aunque la tapa de los mandos es única, los compartimentos de los cables son individuales para cada posición, de forma que se puede trabajar sin peligro en uno de ellos aunque las otras posiciones estén en tensión. La pletina de tierra está unida en toda la celda.

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Cuba:

La cuba es única e incluye la aparamenta y el embarrado de las tres posiciones.

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra:

Las posiciones de interruptor-seccionador, o de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Mando:

Aunque están bajo la misma tapa, los mandos son independientes e iguales a los empleados en el sistema CGMcosmos.

- Fusibles:

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Tensión nominal: **24 kV**

Nivel de aislamiento:

Frecuencia industrial (1 min)

- a tierra y entre fases: **50 kV**

- a la distancia de seccionamiento: **60 kV**

Impulso tipo rayo

- a tierra y entre fases: **125 kV**

- a la distancia de seccionamiento: **145 kV**

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

Edificio de Transformación: **miniBLOK - 24**

Características generales de los tipos de apartamentados empleados en la instalación.

Celdas: CGMcosmos-2LIP

El sistema CGMcosmos está compuesto 2 posiciones de línea y 1 posición de protección con fusibles, con las siguientes características:

- Celdas CGMcosmos:

El sistema CGMcosmos compacto es un equipo para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMcosmos modular, extensible "in situ" a izquierda y derecha. Sus embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Incorpora tres funciones por cada módulo en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

- Base y frente:

La base está diseñada para soportar al resto de la celda, y facilitar y proteger mecánicamente la acometida de los cables de MT. La tapa que los protege es independiente para cada una de las tres funciones. El frente presenta el mímico unifilar del circuito principal y los ejes de accionamiento de la apartamentada a la altura idónea para su operación.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La tapa frontal es común para las tres posiciones funcionales de la celda.

- Cuba:

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda su vida útil, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

La cuba es única para las tres posiciones con las que cuenta la celda CGMcosmos y en su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puestas a tierra, tubos portafusibles).

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra:

Los interruptores disponibles en el sistema CGMcosmos compacto tienen tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando:

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

- Fusibles (Celda CGMcosmos-P):

En las celdas CGMcosmos-P, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Conexión de cables:

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos:

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMcosmos es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas:

Las características generales de las celdas CGMcosmos son las siguientes:

Tensión nominal: **24 kV**

Nivel de aislamiento:

Frecuencia industrial (1 min)

- a tierra y entre fases: **50 kV**
- a la distancia de seccionamiento: **60 kV**

Impulso tipo rayo

- a tierra y entre fases: **125 kV**
- a la distancia de seccionamiento: **145 kV**

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

1.8.3.2.2.1.- Aisladores.

No procede.

1.8.3.2.2.2.- Grapas de anclaje.

No procede.

1.8.3.2.2.3.- Pararrayos autovalvulares.

No procede.

1.8.3.2.3.- Características de la aparamenta de Baja Tensión.

Elementos de salida en Baja Tensión: mediante cuadros de BT, que tienen como misión la separación en distintas ramas de salida, por medio de fusibles, de la intensidad secundaria de los transformadores.

1.8.3.2.4.- Características descriptivas de las celdas y transformadores de Media Tensión.

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

Entrada / Salida 1: *CGMcosmos-L Interruptor-seccionador*

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMcosmos-L de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- | | |
|---|--------------|
| • Tensión asignada: | 24 kV |
| • Intensidad asignada: | 400 A |
| • Intensidad de corta duración (1s), eficaz: | 16 kA |
| • Intensidad de corta duración (1s), cresta: | 40 kA |
| • Nivel de aislamiento: | |
| - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: | 28 kV |
| - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): | 75 kV |
| • Capacidad de cierre (cresta): | 40 kA |
| • Capacidad de corte: | |
| - Corriente principalmente activa: | 400 A |

- Características físicas:

- | | |
|----------|-----------------|
| • Ancho: | 365 mm |
| • Fondo: | 735 mm |
| • Alto: | 1.740 mm |
| • Peso: | 95 kg |

- Otras características constructivas:

- Mando interruptor: manual tipo B

E/S2,E/S3,PT1: CGMcosmos-2LP

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características:

El sistema CGMcosmos 2LP es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMcosmos.

La celda CGMcosmos 2LP está constituida por tres funciones: dos de línea o interruptor en carga y una de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- | | |
|---|----------------|
| • Tensión asignada: | 24 kV |
| • Intensidad asignada en el embarrado: | 400 A |
| • Intensidad asignada en las entradas/salidas: | 400 A |
| • Intensidad asignada en la derivación: | 200 A |
| • Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: | 21 kA |
| • Intensidad de corta duración (1 s), cresta: | 52,5 kA |
| • Nivel de aislamiento: | |
| - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: | 50 kV |
| - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): | 125 kV |
| • Capacidad de cierre (cresta): | 52,5 kA |
| • Capacidad de corte: | |
| - Corriente principalmente activa: | 400 A |

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Características físicas:

- Ancho: **1.190 mm**
- Fondo: **735 mm**
- Alto: **1.740 mm**
- Peso: **290 kg**

- Otras características constructivas:

- Mando interruptor 1: manual tipo B
- Mando interruptor 2: manual tipo B
- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Intensidad fusibles : 3x25 A

Transformador 1: *Transformador silicona 24 kV*

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural silicona, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: **+2,5%, +5%, +7,5%, +10%**
- Tensión de cortocircuito (Ecc): **4%**
- Grupo de conexión: **Dyn11**
- Protección incorporada al transformador: **Termómetro**

Edificio de Transformación: *miniBLOK - 24*

E/S1,E/S2,PT1: *CGMcosmos-2LP*

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características:

El sistema CGMcosmos 2LP es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMcosmos.

La celda CGMcosmos 2LP está constituida por tres funciones: dos de línea o interruptor en carga y una de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- | | |
|---|----------------|
| • Tensión asignada: | 24 kV |
| • Intensidad asignada en el embarrado: | 400 A |
| • Intensidad asignada en las entradas/salidas: | 400 A |
| • Intensidad asignada en la derivación: | 200 A |
| • Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: | 21 kA |
| • Intensidad de corta duración (1 s), cresta: | 52,5 kA |
| • Nivel de aislamiento: | |
| - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: | 50 kV |
| - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): | 125 kV |
| • Capacidad de cierre (cresta): | 52,5 kA |
| • Capacidad de corte: | |
| - Corriente principalmente activa: | 400 A |

- Características físicas:

- | | |
|----------|-----------------|
| • Ancho: | 1.190 mm |
| • Fondo: | 735 mm |
| • Alto: | 1.300 mm |
| • Peso: | 290 kg |

- Otras características constructivas:

- | | |
|--------------------------------|----------------|
| • Mando interruptor 1: | manual tipo B |
| • Mando interruptor 2: | manual tipo B |
| • Mando posición con fusibles: | manual tipo BR |
| • Intensidad fusibles : | 3x25 A |

Transformador 1: *Transformador aceite 24 kV*

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- | | |
|--|-------------------------|
| • Regulación en el primario: | +2,5%, +5%, +7,5%, +10% |
| • Tensión de cortocircuito (Ecc): | 4% |
| • Grupo de conexión: | Dyn11 |
| • Protección incorporada al transformador: | Termómetro |

1.8.3.3.- Medida de la energía eléctrica.

Al tratarse de Centros de Distribución públicos, no se efectúa medida de energía en Media Tensión.

1.8.3.4.- Puestas a Tierra.

1.8.3.4.1.- Tierra de protección.

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior. Se empleará cable de cobre desnudo. La sección del conductor según Iberdrola será de 50 mm² (MT 2.11.01).

1.8.3.4.2.- Tierra de servicio.

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en Baja Tensión, debido a faltas en la red de Media Tensión, el neutro del sistema de Baja Tensión se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de Media Tensión, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado. La sección del conductor según Iberdrola será de 50 mm² (MT 2.11.01).

1.8.3.5.- Instalaciones secundarias.

1.8.3.5.1.- Características descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

Cuadros BT - B2 Transformador 1: *Cuadros Baja Tensión*

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), tipo UNESA AC-4, es un conjunto de aparataje de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro AC-4 de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares:

En la parte superior del módulo AC-4 existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. Dentro de este compartimento, existen cuatro pletinas deslizantes que hacen la función de seccionador.

El acceso a este compartimento es por medio de una puerta abisagrada en dos puntos. Sobre ella se montan los elementos normalizados por la compañía suministradora.

- Zona de salidas:

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida, que son 4. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: **440 V**
- Intensidad asignada en los embarrados: **1.600 A**
- Nivel de aislamiento:
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: **10 kV**
 - Frecuencia industrial (1 min) entre fases: **2,5 kV**
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases: **20 kV**

- Características constructivas:

- Anchura: **580 mm**
- Altura: **1.690 mm**
- Fondo: **290 mm**

- Otras características:

- Intensidad asignada en las salidas: **4x400 A**

Edificio de Transformación: **miniBLOK - 24**

Cuadros BT - B2 Transformador 1: Cuadros Baja Tensión

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), tipo AC-5000, es un conjunto de aparataje de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT, y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro AC-5000 de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Zona de acometida:

En la parte superior del módulo AC-5000 existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior.

Incorpora además un transformador de intensidad en la pletina de acometida de la fase R.

- Unidad funcional de control:

En una caja situada en la parte superior del cuadro se instala el control y un amperímetro de carril con una aguja de máxima. La conexión del control a Cuadro de Baja Tensión se realizará directamente al embarrado vertical.

- Zona de salidas:

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida, que son 5, una de ellas se toma como auxiliar. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: **440 V**
- Intensidad asignada en los embarrados: **1.000 A**
- Nivel de aislamiento:
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: **8 kV**
 - Frecuencia industrial (1 min) entre fases: **2,5 kV**
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases: **20 kV**

- Características constructivas:

- Anchura: **540 mm**
- Altura: **1.325 mm**
- Fondo: **290 mm**

- Otras características:

Intensidad asignada en las salidas: **5x400 A**

1.8.3.5.2.- Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

Edificio de Transformación: ***PFU-4/20***

- Interconexiones de MT:

Puentes de Media Tensión Transformador 1: *Cables MT 12/20 kV*

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152.

- Interconexiones de BT:

Puentes de Baja Tensión - B2 Transformador 1: *Puentes transformador-cuadro*

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

- Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: *Protección física transformador*

Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: *Equipo de iluminación*

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Edificio de Transformación: ***miniBLOK - 24***

- Interconexiones de MT:

Puentes de Media Tensión Transformador 1: *Cables MT 12/20 kV*

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K-158-LR.

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: *Puentes transformador-cuadro*

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: *Equipo de iluminación*

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

1.8.3.5.3.- Otras instalaciones secundarias.

Edificio de Transformación: *PFU-4/20*

- Alumbrado:

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la Media Tensión.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

- Protección contra incendios:

Según la MIE-RAT 14 al ser el transformador de aislamiento de silicona no es necesario instalar sistemas de protección contra incendios, aunque deberá instalarse de forma que el calor generado no suponga riesgo de incendio para los materiales próximos.

- Armario de primeros auxilios:

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

- Medidas de seguridad:

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

Edificio de Transformación: *miniBLOK* - 24

- Alumbrado:

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la Media Tensión.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

- Medidas de seguridad:

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

Firmado:

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad

Antonio Rubio Robles

D.N.I.: 48509280-A

Cartagena, 14 de Septiembre de 2009

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD



Proyecto Fin de Carrera realizado por:

Antonio Rubio Robles

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad

Tutores de Proyecto: Juan José Portero Rodríguez, Alfredo Conesa Tejerina

Curso 2008/2009

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Indice

Estudio Básico de Seguridad y Salud para obras de Líneas Subterráneas de Media y Baja Tensión.

1.- Tipo de instalación.....	3
2.- Identificación de riesgos.....	3
3.- Medidas de prevención para evitar riesgos.....	5
4.- Protecciones.....	6
5.- Descripción general de la obra a ejecutar.....	7
5.1.- Descripción de la obra y situación.....	7
5.2.- Suministro de energía eléctrica.....	7
5.3.- Suministro de agua potable.....	7
5.4.- Servicios higiénicos.....	7
6.- Pliego de Condiciones particulares.....	8
6.1.- Normativa oficial.....	8
6.2.- Normas Iberdrola.....	8
7.- Previsiones e informaciones útiles para los trabajos.....	9
8.- Medidas de seguridad específicas para cada una de las fases en los trabajos a desarrollar.....	9
9.- Coordinador en materia de seguridad y salud.....	9

Anexos:

Anexo 1: Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones.....	11
Anexo 2: Líneas aéreas.....	11
Anexo 3: Líneas subterráneas.....	12
Anexo 4: Instalación/Retirada de equipos de medida en BT sin tensión.....	14

Estudio Básico de Seguridad y Salud para Centros de Transformación.

1.- Objeto.....	15
2.- Características de la obra.....	15
2.1.- Descripción de la obra y situación.....	15
2.2.- Suministro de energía eléctrica.....	15
2.3.- Suministro de agua potable.....	15
2.4.- Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos.....	15
2.5.- Interferencias y servicios afectados.....	15
3.- Memoria.....	16
3.1.- Obra civil.....	16
3.2.- Montaje.....	18
4.- Aspectos generales.....	20
4.1.- Botiquín de obra.....	20
5.- Normativa aplicable.....	20

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA OBRAS DE LINEAS SUBTERRANEAS DE MEDIA Y BAJA TENSION.

MEDIDAS DE SEGURIDAD A UTILIZAR EN EL TRABAJO, DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA A EMPLEAR.

1.- Tipo de instalación.

El estudio tiene como objeto recoger aquellas medidas preventivas que deberán ser aplicadas en el momento y lugar oportunas, en relación con los riesgos observados en cada uno de los puestos de trabajo incluidos en este estudio, para el tipo de instalación de **LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.**

2.- Identificación de riesgos.

En función de las obras a realizar y de las fases de trabajo de cada una de ellas, se indican en los anexos los riesgos más comunes, sin que su relación sea exhaustiva.

La descripción e identificación general de los riesgos indicados, amplía los contemplados en la guía de referencia para la identificación y evaluación de los riesgos en la Industria Eléctrica, y es la siguiente:

I. Caídas de personas al mismo nivel: Este riesgo puede identificarse cuando existan en el suelo obstáculos o sustancias que puedan provocar una caída por tropiezo o resbalón.

Puede darse también por desniveles del terreno, conducciones o cables, bancadas o tapas sobresalientes del terreno, por restos de materiales varios, barro, tapas y losetas sin buen asentamiento, pequeñas zanjas y hoyos, etc.

II. Caídas de personas a distinto nivel: Existe este riesgo cuando se realizan trabajos en zonas elevadas en instalaciones, que en este caso por construcción, no cuenta con una protección adecuada como barandilla, murete, antepecho, barrera, etc., Esta situación de riesgo está presente en los accesos a estas zonas. Otra posibilidad de existencia lo constituyen los huecos sin protección ni señalización existente en pisos y zonas de trabajo.

III. Caída de objetos: Posibilidad de caída de objetos o materiales durante la ejecución de trabajo aun nivel superior a otra zona de trabajo o en operaciones de transporte y elevación por medios mecánicos o manuales. Además, existe la posibilidad de caída de objetos que no se están manipulando y se desprenden de su emplazamiento.

IV. Desprendimientos, desplomes y derrumbes: Posibilidad de desplome o derrumbamiento de estructuras fijas o temporales o de parte de ellas sobre la zona de trabajo. Con esta denominación deben contemplarse la caída de escaleras portátiles, cuando no se emplean en condiciones de seguridad, desplome de los apoyos, estructuras o andamios y el posible vuelco de cestas o grúas en la elevación del personal o traslado de cargas. También debe considerarse el desprendimiento o desplome de muros y el hundimiento de zanjas o galerías.

V. Choques y golpes: Posibilidad de que se provoquen lesiones derivadas de choques o golpes con elementos tales como partes salientes de máquinas, instalaciones o materiales, estrechamiento de zonas de paso, vigas o conducciones a baja altura, etc., y los derivados del manejo de herramientas y maquinaria con partes en movimiento.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

VI. Contactos eléctricos: Posibilidad de lesiones o daño producido por el paso de corriente por el cuerpo. En los trabajos sobre líneas de alta tensión y subestaciones es frecuente la proximidad, a la distancia de seguridad, de circuitos electrificados eléctricamente en alta tensión y debe tenerse en cuenta que puede originarse el paso de corriente al aproximarse, sin llegar a tocar directamente, a la parte de instalación energizada. En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar el agente de zona de trabajo, cuando sea requerido para que actúe el operador local, puede entrar en contacto eléctrico por un error en la maniobra o por fallo de los elementos con los que opere. Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente y elementos de iluminación portátil pueden producirse un contacto eléctrico en baja tensión.

VII. Arco eléctrico: Posibilidad de lesiones o daños producidos por quemaduras al cebarse un arco eléctrico. En *los* trabajos sobre líneas de alta tensión y subestaciones es frecuente la proximidad, a la distancia de seguridad, de circuitos electrificados eléctricamente en alta tensión y debe tenerse en cuenta que puede originarse un arco eléctrico al aproximarse, sin llegar a tocar directamente, a la parte de instalación energizada. En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar el agente de zona de trabajo, cuando sea requerido para que actúe el operador local, puede quedar expuesto al arco eléctrico producido por un error en la maniobra o por fallo de los elementos con los que opere. Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente puede producirse un arco eléctrico en baja tensión.

VIII. Sobreesfuerzos (carga física dinámica): Posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas al producirse un desequilibrio acusado entre las exigencias de la tarea y la capacidad física. En el trabajo sobre estructuras puede darse en situaciones de manejo de cargas o debido a la posición forzada en la que se debe realizar en algunos momentos del trabajo.

IX. Explosiones: Posibilidad de que se produzca una mezcla explosiva del aire con gases o sustancias combustibles o por sobrepresión de recipientes a presión.

X. Incendios: Posibilidad de que se produzca o se propague un incendio como consecuencia de la actividad laboral y las condiciones del lugar de trabajo.

XI. Confinamiento: Posibilidad de quedarse recluido o aislado en recintos cerrados o de sufrir algún accidente como consecuencia de la atmósfera del recinto. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de existencia de instalaciones de gas en las proximidades.

XII. Complicaciones debidas a mordeduras, picaduras, irritaciones, sofocos, alergias, etc, provocadas por vegetales o animales, colonias de los mismos o residuos debidos a ellos y originadas por su crecimiento, presencia, estancia o nidificación en la instalación. Igualmente los sustos o imprevistos por esta presencia, pueden provocar el inicio de otros riesgos.

NOTA: En el anexo 1 se contemplan los riesgos en la fase de pruebas y puesta en servicio de las nuevas instalaciones, como etapa en común para toda nueva obra o mantenimiento o similares a los riesgos de la desconexión de una instalación a desmontar o retirar. En los anexos 2, 3, y 4 se enumeran los riesgos específicos para las obras siguientes:

- Líneas Aéreas.
- Líneas Subterráneas.
- Instalación/Retirada de equipos de medida en BT, sin tensión.

3.- Medidas de prevención para evitar riesgos.

En los anexos se incluyen, junto con algunas medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación y en los documentos relacionados en el apartado "Pliego de condiciones".

Por ser la presencia eléctrica un factor muy importante en la ejecución de las obras, con carácter general, se incluyen las siguientes medidas de prevención/protección para: contacto eléctrico directo e indirecto en MT y BT. Arco eléctrico en MT y BT. Elementos candentes y quemaduras:

- Formación en tema eléctrico de acuerdo con lo requerido en el Real Decreto 614/2001, función del trabajo a realizar.
- Utilización de EPI's (Equipos de protección individual).
- Coordinar con la empresa suministradora definiendo las maniobras eléctricas a realizar, cuando sea preciso.
- Seguir los procedimientos de descargo de instalaciones eléctricas, cuando sea preciso. En el caso de instalaciones de Iberdrola, deben seguirse las MO correspondientes.
- Aplicar las 5 reglas de oro, siguiendo el permiso de trabajo del MO 12.05.03.
- Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión teniendo en cuenta las distancias del Real Decreto 614/2001.
- Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.

Para los trabajos que se realicen mediante métodos de trabajo en tensión, TET, el personal debe tener la formación exigida por el R.D. 614 y la empresa debe estar autorizada por el Comité Técnico de Trabajos en Tensión de Iberdrola.

Otro riesgo que merece especial consideración es el de caída en altura, por la duración de los trabajos con exposición al mismo y la gravedad de sus consecuencias, debiendo estar el personal formado en el empleo de los distintos dispositivos a utilizar.

Asimismo deben considerarse también las medidas de prevención, coordinación y protección frente a la posible existencia de atmósferas inflamables, asfixiantes o tóxicas consecuencia de la proximidad de las instalaciones de gas.

Con carácter general deben tenerse en cuenta las siguientes observaciones, disponiendo el personal de los medios y equipos necesarios para su cumplimiento:

- Protecciones y medidas colectivas, según la normativa vigente relativa a equipos y medios de seguridad colectivos.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Prohibir la entrada a la obra a todo personal ajeno. Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Balizar, señalizar, y vallar el perímetro de la obra, así mismo puntos singulares en el interior de la misma. Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios.
- Utilizar escaleras, andamios, plataformas de trabajo y equipos de trabajo para la realización de los trabajos en altura con riesgo mínimo.
- Acotar o proteger las zonas de paso y evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de otros trabajadores.
- Analizar previamente la resistencia y estabilidad de las superficies, estructuras y apoyos a los que haya que acceder y disponer las medidas o los medios de trabajo necesarios para asegurarlos.

En relación con los riesgos originados por los seres vivos, es conveniente, la concienciación de su posible presencia en base a las características biogeográficas del entorno, al periodo anual, a las condiciones meteorológicas y a las posibilidades que elementos de la instalación pueden brindar.

4.- Protecciones.

- Ropa de trabajo: adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista.
- Equipos de protección: se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva más frecuente en los trabajos que desarrollan para Iberdrola. El contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.
- Equipos de protección individual (EPI's), de acuerdo con las normas UNE.
 - Calzado de seguridad.
 - Casco de seguridad.
 - Guantes aislantes de la electricidad para MT y BT.
 - Guantes de protección mecánica.
 - Pantalla contra proyecciones.
 - Gafas de seguridad.
 - Cinturón de seguridad.
 - Discriminador de baja tensión.
 - Equipo contra caídas desde alturas (arnés anticaída, pértiga, cuerda, etc).
- Protecciones colectivas.
 - Señalización: cintas, banderolas, etc.
 - Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar, de forma especial, las necesarias para los trabajos en instalaciones eléctricas de MT y BT, adecuadas al método de trabajo y a los distintos tipos y características de las instalaciones.
 - Dispositivos y protecciones que eviten la caída del operario tanto en el ascenso y descenso como durante la permanencia en lo alto de estructuras y apoyos: línea de seguridad, doble amarre o cualquier otro dispositivo o protección que evite la caída o aminore sus consecuencias: redes o aros de protección.
- Equipos de primeros auxilios y emergencias:
 - Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente. Ubicado en el vestuario u oficina, a cargo de una persona capacitada

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

designada por la empresa. Este botiquín debe estar visible y en debe estar en un listado los teléfonos de los centros de salud más cercanos así como el del Instituto de Herpetología, centro de apicultura, etc.

- Se dispondrá en obra de un medio de comunicación, teléfono o emisora, y de un cuadro con los números de los teléfonos de contacto para casos de emergencia médica o de otro tipo.

- Equipos de protección contra incendios:
 - Extintores de polvo seco clase ABC de eficacia suficiente, según la legislación y normativa vigente.

5.- Descripción general de la obra a ejecutar.

En este punto se analizan con carácter general, independientemente de la obra, las diferencias servidumbre o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

5.1.- Descripción de la obra y situación.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se deberá recoger en un anexo específico para la obra objeto del estudio básico de seguridad y salud concreto. Se deberán tener en cuenta las dificultades que se pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

5.2.- Suministro de energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica provisional será suministrado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios. Todos los puntos de toma de corriente, incluidos los provisionales para herramientas portátiles, contarán con protección térmica y diferencial adecuada.

5.3.- Suministro de agua potable.

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales en la región, zona, etc., en el caso de que esto no sea posible dispondrán de los medios necesarios (cisternas, etc.) que garantice su existencia regular desde el comienzo de la obra.

5.4.- Servicios higiénicos.

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agreda al medio ambiente.

6.- Pliego de Condiciones particulares.

6.1.- Normativa oficial.

La relación de normativa que a continuación se presenta no pretende ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la realización de este estudio, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto de este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

- Ley 31/95, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Decreto del 28/11/69 Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de AT.
- Reglamento Electrotécnico de BT y R.D. 842/2002.
- Ley 8/1980 de. 20 de marzo. Estatuto de los trabajadores.
- Real Decreto 3275/1982 Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y las Instrucciones Técnicas Complementarias.
- R.D. Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- R.D. 39/1995, de 17 de enero. Reglamento de los Servicios Prevención .R.D. 485/1997, en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de Abril. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/1997, relativo a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores.
- R.D. 773/1997, relativo ala utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- R.D. 1215/1997, relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1627/1997, de octubre. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 614/2001, protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 54/2003, de modificación de la ley 31/1995 de prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 171/2004 de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de riesgos laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

6.2.- Normas Iberdrola.

- Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos de AMYS.
- Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas AMYS.
- MO 12.05.02 "Plan Básico de Prevención de Riesgos para empresas contratistas".
- MO 12.05.03 "Procedimiento de descargos para la ejecución de trabajos sin tensión en las instalaciones de alta tensión".
- MO 12.05.04 "Procedimiento para la puesta en régimen especial de la explotación en instalaciones de alta tensión".
- MO 12.05.05 "Procedimiento para actuaciones en instalaciones que no requieran solicitud de descargo ni puesta en régimen especial de explotación".
- MO 9.01.05 "Contratación externa de obras y servicios".

- MO 12.05.08 "Acceso a recintos de posible presencia de atmósferas inflamables, asfixiantes y/o tóxicas".
- MO 12.05.09 "Ascenso descenso, permanencia y desplazamientos horizontales en apoyos de líneas eléctricas".
- MO 12.05.10 "Cooperación preventiva de actividades con empresas de gas".
- MO 12.05.11 "Señalización y delimitación de zonas de trabajo para la ejecución de trabajos sin tensión en instalaciones de AT mantenidas por ups".

7.- Previsiones e informaciones útiles para los trabajos.

Entre otras se deberá disponer de:

- Instrucciones de operaciones normales y de emergencia.
- Señalización clara de mandos de operación y de emergencia.
- Dispositivos de protección personal y colectiva para trabajos posteriores de mantenimiento. Equipos de rescate y auxilio para casos necesarios.

8.- Medidas de seguridad específicas para cada una de las fases en los trabajos a desarrollar.

De aquellos anexos propuestos poner aquellos que convengan con nuestro tipo de entronque.

En el Anexo 1 se recogen las medidas de seguridad específicas para los trabajos relativos a pruebas y puesta en servicio de las diferentes instalaciones, que son similares a las de desconexión, en las que el riesgo eléctrico puede estar presente.

En los Anexos 2 al 4 se indican los riesgos y las medidas preventivas de los distintos tipos de instalaciones.

9.- Coordinador en materia de seguridad y salud.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La coordinación de seguridad y salud, no será asumida por la dirección técnica, ni facultativa, mientras esta no sea contratada específicamente por el promotor y aceptada por la dirección técnica y/o facultativa.

ANEXOS

RIESGO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN EN CADA FASE DEL TRABAJO.

Anexo 1: Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones.

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1.- Pruebas y puesta en servicio. (Desconexión y protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones)	Golpes. Heridas. Caídas. Atrapamientos. Contacto eléctrico directo e indirecto en MT y BT. Elementos candentes y quemaduras. Presencia de animales, colonias, etc.	Ver punto 2.3. Cumplimiento MO 12.05.02 al 05. Mantenimientos equipos y utilización de EPI's Utilización de EPI's. Adecuación de cargas, control de maniobras y vigilancia continuada Prevención de aperturas de armarios, celdas, etc.

Anexo 2: Líneas aéreas.

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos.

A) ACTIVIDADES.

- Acopio carga y descarga (recuperación de chatarra).
- Excavación, hormigonado e izado de apoyos (desmontaje de apoyos).
- Montaje de armados (desmontaje de armados).
- Cruzamientos.
- Tendido de conductores (Desmontaje de conductores).
- Tensado y Engrapado (Destensar, soltar o cortar conductores en el caso de retirada o desmontaje de instalaciones).
- Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desconexión y protección en el caso de retirada o desmontaje de la instalación).

B) RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.

- Golpes, heridas, caída de objetos atrapamientos y ataques o sustos por animales.
- Caídas al mismo nivel, caídas a distinto nivel, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos, desplome o rotura del apoyo o estructura.
- Caídas desde altura, desprendimiento de carga, rotura de elementos de tracción, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, contactos eléctricos y en los desmontajes posibles nidos, colmenas.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caída de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros, contactos eléctricos por caída de conductores encima de otras líneas.

- Vuelco de maquinaria, caídas desde altura, riesgo eléctrico, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobre esfuerzos y riesgos a terceros.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros y desplome o rotura del apoyo o estructura en su desmontaje.
- Ver Anexo 1.

C) ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- Mantenimiento de equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras (vigilancia continuada y utilización de EPI's), revisión del entorno, ver punto 2.3.
- Orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad y protección de huecos, utilización de fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada, (análisis previo de las condiciones de tiro, equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos), ver punto 2.3.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, revisión de elementos de elevación y transporte, dispositivos de control de cargas y esfuerzos soportados, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, revisión del entorno, ver 2.3.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos, colocación de pórtricos y protecciones aislantes coordinando con la empresa suministradora, ver punto 2.3.
- Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, puesta a tierra de los conductores y señalización de ella, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos, ver punto 2.3.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos, (análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos).
- Ver Anexo 1.

Anexo 3: Líneas Subterráneas.

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos.

A) ACTIVIDADES.

- Acopio, carga y descarga (acopio, carga y descarga de material recuperado y chatarra).
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Izado y acondicionado del cable en apoyo L.A.(desmontaje cable en apoyo de línea aérea).

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Tendido, empalme y terminales de conductores (desmontaje de conductores, empalmes y terminales). Engrapado de soportes en galerías (desengrapado de soportes en galerías).
- Orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, identificación de canalizaciones, coordinación con la empresa de gas, utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada, vigilancia continuada de la zona donde se está excavando, ver punto 2.3.
- Pruebas y puesta en servicio (mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

B) RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atropamientos, presencia de animales (mordeduras, picaduras, sustos...).
- Caídas al mismo nivel, caídas a distinto nivel, exposición al gas natural, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atropamientos, contactos eléctricos.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atropamientos, caídas de objetos, (desplome o rotura del apoyo o estructura).
- Vuelco de maquinaria, caídas desde altura, golpes y heridas, atropamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros, ataque de animales.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atropamientos, caídas de objetos y sobreesfuerzos.
- Ver Anexo 1 y presencia de colonias, nidos.

C) ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- Mantenimiento de equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de EPI's, revisión del entorno y ver punto 2.3.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, (análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos).
- Acondicionamiento de la zona de ubicación; anclaje correcto de las máquinas de tracción, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de EPI's, utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos y revisión del entorno.
- Ver punto 2.3, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada y utilizar fajas de protección lumbar.
- Ver Anexo 1 y revisión del entorno.

Anexo 4: Instalación/Retirada de equipos de medida en BT, sin tensión.

A) ACTIVIDADES.

- 1.- Acopio, carga y descarga.
- 2.- Desconexión/conexión de la instalación eléctrica y pruebas.
- 3.- Montaje/desmontaje.

B) RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.

- 1.- Golpes, cortes, caídas de objetos, caídas a nivel y atropamientos.
- 2.- Contacto eléctrico directo e indirecto en BT.
- 3.- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, golpes y cortes, proyección de partículas, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atropamientos, contacto eléctrico directo e indirecto en BT, arco eléctrico en BT y elementos candentes y quemaduras.

C) ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- 1.- Ver punto 2.3., Mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, y control de maniobras.
- 2.- Ver punto 2.3. , Utilización de EPI's, coordinar con el cliente los trabajos a realizar, aplicar las 5 reglas de oro, apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- 3.- Ver punto 2.3, orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y atención continuada, apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, informar por parte del jefe de trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puentes en tensión más cercanos.

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CENTROS DE TRANSFORMACION.

1.- Objeto.

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

2.- Características de la obra.

2.1.- Descripción de la obra y situación.

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en la Memoria del presente proyecto.

2.2.- Suministro de energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

2.3.- Suministro de agua potable.

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

2.4.- Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos.

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

2.5.- Interferencias y servicios afectados.

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

3.- Memoria.

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

3.1.- Obra civil.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

Movimiento de tierras y cimentaciones:

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas:

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Estructura:

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuciones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas:

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

Cerramientos:

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención:

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

Albañilería:

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención:

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

3.2.- Montaje.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

Colocación de soportes y embarrados:

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención:

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

Montaje de Celdas Prefabricadas o apartamenta, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.:

a) Riesgos más frecuentes:

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

b) Medidas de prevención:

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.
 - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

Operaciones de puesta en tensión:

a) Riesgos más frecuentes:

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

b) Medidas de prevención:

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

4.- Aspectos generales.

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

4.1.- Botiquín de obra.

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

5.- Normativa aplicable.

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales del 8 de noviembre.
- Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2.65/1974 de 30 de mayo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- R.D.39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. Lugares de Trabajo.
- R.D. Equipos de Trabajo.
- R.D. Protección Individual.
- R.D. Señalización de Seguridad.
- O.G.S.H.T. Título II, Capítulo VI.

Firmado:

Ingeniero Técnico Industrial Esp. Electricidad
Antonio Rubio Robles
D.N.I.: 48509280-A

Cartagena, 14 de Septiembre de 2009

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL

CALCULOS JUSTIFICATIVOS



Proyecto Fin de Carrera realizado por:

Antonio Rubio Robles

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad

Tutores de Proyecto: Juan José Portero Rodríguez, Alfredo Conesa Tejerina

Curso 2008/2009

CALCULOS

JUSTIFICATIVOS

Indice

2.- Cálculos Justificativos

2.1.- Red de Baja Tensión.....	4
2.1.1.- Cálculos eléctricos.....	4
2.1.1.1.- Previsión de Potencia.....	4
2.1.1.2.- Intensidad.....	11
2.1.1.3.- Caídas de Tensión.....	13
2.1.1.4.- Otras características eléctricas.....	14
2.1.1.5.- Tablas de tendido y resultado de cálculos.....	15
2.2.- Red de Media Tensión.....	29
2.2.1.- Cálculos eléctricos.....	29
2.2.1.1.- Previsión de Potencia.....	29
2.2.1.2.- Intensidad y densidad de corriente.....	29
2.2.1.3.- Reactancia.....	32
2.2.1.4.- Caída de Tensión.....	32
2.2.1.5.- Otras características eléctricas.....	33
2.2.1.6.- Tablas resultado de cálculos.....	34
2.2.1.7.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación ó reducción.....	34
2.3.- Centros de Transformación.....	35
2.3.1.- Intensidad de Media Tensión.....	35
2.3.2.- Intensidad de Baja Tensión.....	35
2.3.3.- Cortocircuitos.....	35
2.3.3.1.- Observaciones.....	35
2.3.3.2.- Cálculo de las corrientes de cortocircuito.....	36
2.3.3.3.- Cortocircuito en el lado de Media Tensión.....	36
2.3.3.4.- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.....	36
2.3.4.- Selección de fusibles de media y baja tensión.....	37
2.3.5.- Dimensionado del embarrado.....	38
2.3.5.1.- Comprobación por densidad de corriente.....	38
2.3.5.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica.....	38
2.3.5.3.- Comprobación por sollicitación térmica.....	39
2.3.6.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	39
2.3.7.- Dimensionado de los puentes de MT.....	40
2.3.8.- Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.....	40
2.3.9.- Dimensionado del pozo apagafuegos.....	41
2.3.10.- Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.....	41
2.3.10.1.- Descripción de las características del suelo.....	41
2.3.10.2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.....	41
2.3.10.3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra.....	42
2.3.10.4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.....	42
2.3.10.5.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.....	44

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

2.3.10.6.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.....	45
2.3.10.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas.....	46
2.3.10.8.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación ó reducción.....	47

2.- Cálculos Justificativos.

2.1.- Red de Baja Tensión.

2.1.1.- Cálculos eléctricos.

Para la determinación de la sección del conductor haremos los cálculos de la siguiente manera:

- Selección de la potencia que se conectará al anillo.
- Cálculo del punto de mínima tensión mediante la fórmula:

$$l_x = \frac{\sum P \times L}{\sum P}$$

P = potencia en kw; L = longitud desde el origen a cada punto en m

- Separación del anillo en dos ramas.
- Cálculo de la intensidad que circulará por cada rama del anillo mediante la fórmula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

P = potencia en kW
U = 0,4 kV
Cosφ = 0,9

- Intensidad admisible por el cable aplicando los factores de corrección que sean necesarios:

$$I_{admisible} = I_{cable} \times fdc > I$$

- Elección del fusible para proteger la línea.
- Comprobación de la distancia que nos cubre el fusible con la longitud de la rama.

Comprobación de que no sobrepasa la máxima caída de tensión, en este caso es el 5% según Iberdrola.

2.1.1.1.- Previsión de Potencia.

En primer lugar haremos una clasificación según el tipo de electrificación:

Básica: potencia de 5.750 W.

Elevada: potencia de 9.200 W.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

En las viviendas unifamiliares utilizamos una electrificación elevada, mientras que en los edificios será una electrificación básica.

Los edificios están compuestos de la siguiente forma dependiendo de la parcela en la que se encuentren.

- Parcela número 4: formado por 14 escaleras, con 5 pisos cada una y 2 viviendas por piso.
- Parcela número 5: mismo caso que la anterior.
- Parcela número 8: formado por 6 escaleras, con 4 pisos cada una y 3 viviendas por piso.
- Parcela número 9: formado por 10 escaleras, con 5 pisos cada una y dos viviendas por piso.

Carga correspondiente a un conjunto de viviendas:

Se obtendrá multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda por el coeficiente de simultaneidad indicado en la tabla 2.1, según el número de viviendas.

$$P = \text{coeficiente simult.} \times \text{tipo electrificación (kw)}$$

Nº Viviendas	Coeficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n > 21	15,3 + (n-21) x 0,5

Tabla 2.1: Coeficientes de simultaneidad, según el nº de viviendas.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Carga correspondiente a ascensores y montacargas:

En el presente proyecto elegiremos un tipo de aparato elevador ITA-1 para las distintas escaleras de los edificios.

<i>Tipo de aparato elevador</i>	<i>Carga (kg)</i>	<i>Nº de personas</i>	<i>Velocidad (m/s)</i>	<i>Potencia (kW)</i>
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2.2: Previsión de potencia para aparatos elevadores.

Carga correspondiente a alumbrado de la escalera:

Para el alumbrado de portal y otros espacios comunes estimamos una potencia de 15 W/m^2 para lámparas incandescentes. La superficie total estimada en los edificios será de 60 m^2 .

Carga correspondiente a los garajes:

Se calculará considerando un mínimo de 10 W por metro cuadrado y planta para garajes de ventilación natural.

Carga correspondiente a zona común en el exterior de los edificios:

La forma de estimar la carga será aplicando una luminaria Na HP de 100 W por cada 30 m^2 .

Carga correspondiente al alumbrado de viales:

Estimaremos la carga aplicando una potencia de 250 W por cada luminaria y por el total de luminarias que se dispongan en cada calle.

Carga correspondiente a las zonas ajardinadas:

Estimaremos la carga considerando una luminaria Na HP de 100 W por cada 30 m^2 .

Carga correspondiente al equipamiento social y deportivo:

Estimaremos la carga considerando una potencia de 10 W por cada metro cuadrado.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Forma de cálculo de la potencia prevista para las escaleras de los distintos edificios:

1º) Potencia de las viviendas.

$$P_{viviendas} = c.s. \times 5,75 \text{ (kw)}; c.s. \rightarrow \text{coeficiente de simultaneidad}$$

2º) Potencia del alumbrado de la escalera y aparato elevador.

$$P_{servicios comunes} = 0,9 + 4,5 \text{ (kw)}$$

3º) Suma de los dos anteriores.

POTENCIAS CONECTADAS EN CADA ANILLO

Centro de transformación 1:

- Anillo 1: formado por 21 viviendas unifamiliares de la parcela nº 6 más el alumbrado de calle Goya, con una $P_{TOTAL} = 196,2 \text{ kw}$.

$$Viviendas unifamiliares = 193,2 \text{ kw}$$

$$Alumbrado público = 3 \text{ kw}$$

- Anillo 2: formado por 4 escaleras y zona común exterior de la parcela nº 5 más los alumbrados de las calles Pescadores y Mar Menor, con una $P_{TOTAL} = 226,6 \text{ kw}$.

$$Potencia por escalera = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras} = 4 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 217,1 \text{ kw}$$

$$P_{jardín} (\text{parcela nº 5}) = 4 \text{ kw}$$

$$Alumbrado público = 5,5 \text{ kw}$$

Centro de transformación 2:

- Anillo 1: formado por 27 viviendas unifamiliares de la parcela nº 10, con una $P_{TOTAL} = 248,4 \text{ kw}$.

$$Viviendas unifamiliares = 248,4 \text{ kw}$$

- Anillo 2: formado por 5 escaleras y zona común exterior de la parcela nº 9, con una $P_{TOTAL} = 275,775 \text{ kw}$.

$$Potencia por escalera = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras} = 5 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 271,375 \text{ kw}$$

$$P_{jardín} (\text{parcela nº 9}) = 4,4 \text{ kw}$$

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Centro de transformación 3:

- Anillo 1: formado por 20 viviendas unifamiliares de la parcela nº 2, con una $P_{TOTAL} = 184 \text{ kw}$.

$$Viviendas unifamiliares = 184 \text{ kw}$$

- Anillo 2: formado por 5 escaleras de la parcela nº 5, con una $P_{TOTAL} = 271,375 \text{ kw}$.

$$Potencia \text{ por escalera} = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras} = 5 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 271,375 \text{ kw}$$

Centro de transformación 4:

- Anillo 1: formado por 1 escalera de la parcela nº 9, su garaje correspondiente más 18 viviendas unifamiliares de la parcela nº 12, con una $P_{TOTAL} = 250,355 \text{ kw}$.

$$Potencia \text{ por escalera} = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras} = 1 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 54,275 \text{ kw}$$

$$P_{garaje} (\text{parcela nº9}) = 30,48 \text{ kw}$$

$$Viviendas unifamiliares = 165,6 \text{ kw}$$

- Anillo 2: formado por 22 viviendas unifamiliares de la parcela nº 11 más los alumbrados de las calles Pinares y Rambla, con una $P_{TOTAL} = 206,9 \text{ kw}$.

$$Viviendas unifamiliares = 202,4 \text{ kw}$$

$$Alumbrado público = 4,5 \text{ kw}$$

Centro de transformación 5:

- Anillo 1: formado por 4 escaleras y potencia del garaje de la parcela nº 5 más el jardín nº 2, con una $P_{TOTAL} = 278,13 \text{ kw}$.

$$Potencia \text{ por escalera} = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras} = 4 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 217,1 \text{ kw}$$

$$P_{garaje} (\text{parcela nº5}) = 47,63 \text{ kw}$$

$$P_{jardín} (J2) = 13,4 \text{ kw}$$

- Anillo 2: formado por 4 escaleras de la parcela nº 9 más el alumbrado de la calle Manresa, con una $P_{TOTAL} = 218,6 \text{ kw}$.

$$Potencia \text{ por escalera} = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras} = 4 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 217,1 \text{ kw}$$

$$Alumbrado público = 1,5 \text{ kw}$$

Centro de transformación 6:

- Anillo 1: formado por 22 viviendas unifamiliares de la parcela nº 7 más el alumbrado de la calle Sierra Nevada, con una $P_{TOTAL} = 203,9 \text{ kw}$.

$$\text{Viviendas unifamiliares} = 202,4 \text{ kw}$$

$$\text{Alumbrado público} = 1,5 \text{ kw}$$

- Anillo 2: formado por 4 escaleras, potencia del garaje y zona común exterior de la parcela nº 8 más el jardín nº 3, con una $P_{TOTAL} = 273,44 \text{ kw}$.

$$\text{Potencia por escalera} = 9,9 \times 5,75 = 56,925 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras} = 4 \times (56,925 + 0,9 + 4,5) = 249,3 \text{ kw}$$

$$P_{garaje}(\text{parcela nº8}) = 15,94 \text{ kw}$$

$$P_{jardín}(\text{parcela nº8}) = 2,4 \text{ kw}$$

$$P_{jardín}(J3) = 4,8 \text{ kw}$$

Centro de transformación 7:

- Anillo 1: formado por 2 escaleras de la parcela nº 8 más 3 escaleras de la parcela nº 4, con una $P_{TOTAL} = 287,475 \text{ kw}$.

$$\text{Potencia por escalera}(\text{parcela nº8}) = 9,9 \times 5,75 = 56,925 \text{ kw}$$

$$\text{Potencia por escalera}(\text{parcela nº4}) = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras}(\text{parcela nº8}) = 2 \times (56,925 + 0,9 + 4,5) = 124,65 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras}(\text{parcela nº4}) = 3 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 162,825 \text{ kw}$$

- Anillo 2: formado por 4 escaleras, potencia garaje y zona común exterior de la parcela nº 4, con una $P_{TOTAL} = 268,04 \text{ kw}$.

$$\text{Potencia por escalera} = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras} = 4 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 217,1 \text{ kw}$$

$$P_{garaje}(\text{parcela nº4}) = 46,94 \text{ kw}$$

$$P_{jardín}(\text{parcela nº4}) = 4 \text{ kw}$$

Centro de transformación 8:

- Anillo 1: formado por 3 escaleras de la parcela nº 4, 10 viviendas unifamiliares de la parcela nº 2 y el alumbrado de la calle Huertas, con una $P_{TOTAL} = 256,075 \text{ kw}$.

$$Potencia \text{ por escalera} = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras} = 3 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 162,825 \text{ kw}$$

$$Alumbrado \text{ público} = 1,25 \text{ kw}$$

$$Viviendas \text{ unifamiliares} = 92 \text{ kw}$$

- Anillo 2: formado por 4 escaleras de la parcela nº 4 más 1 escalera de la parcela nº 5, con una $P_{TOTAL} = 271,375 \text{ kw}$.

$$Potencia \text{ por escalera (parcela nº5)} = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$Potencia \text{ por escalera (parcela nº4)} = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras (parcela nº5)} = 1 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 54,275 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras (parcela nº4)} = 4 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 217,1 \text{ kw}$$

Centro de transformación 9:

- Anillo 1: formado por 4 viviendas unifamiliares de la parcela nº 2, 12 viviendas unifamiliares de la parcela nº 1 y el alumbrado de la calle del Sauce, con una $P_{TOTAL} = 150,2 \text{ kw}$.

$$Viviendas \text{ unifamiliares} = 147,2 \text{ kw}$$

$$Alumbrado \text{ público} = 3 \text{ kw}$$

- Anillo 2: formado 12 viviendas unifamiliares de la parcela nº 3 más los alumbrados de las calles Infantes y Oxford, con una $P_{TOTAL} = 114,65 \text{ kw}$.

$$Viviendas \text{ unifamiliares} = 110,4 \text{ kw}$$

$$Alumbrado \text{ público} = 4,25 \text{ kw}$$

Centro de transformación 10:

- Anillo 1: formado por 3 entradas del equipamiento social y deportivo más los alumbrados de las calles Galileo y Astorga, con una $P_{TOTAL} = 205 \text{ kw}$.

$$3 \text{ entradas equipamiento} = 201,5 \text{ kw}$$

$$Alumbrado \text{ público} = 3,5 \text{ kw}$$

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Anillo 2: formado por 12 viviendas unifamiliares de la parcela nº 1, el jardín nº 3 y el alumbrado de la calle Auditorium, con una $P_{TOTAL} = 130,4 \text{ kw}$.

$$Viviendas\ unifamiliares = 110,4 \text{ kw}$$

$$Alumbrado\ público = 2 \text{ kw}$$

$$P_{jardín}(J1) = 18 \text{ kw}$$

2.1.1.2.- Intensidad.

El cálculo de la intensidad que circulará por cada rama de los distintos anillos se hará utilizando la expresión del apartado 2.1.1, a partir de este primer dato de intensidad podremos estimar que tipo de sección de conductor deberemos escoger para la composición del anillo.

Las intensidades máximas que soportan los conductores son las correspondientes a la siguiente tabla:

Sección de fase en mm2	Intensidad en A
50	180
95	260
150	330
240	430

Tabla 2.3: Intensidad de los conductores.

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicándole un factor de corrección para el caso que sea necesario.

Factor de corrección								
Separación entre los cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
D=0 (en contacto)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d= 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50
d= 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d= 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d= 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d= 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

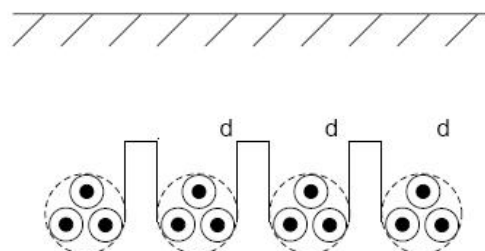


Tabla 2.4: Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos o ternas de cables unipolares.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

La distancia de separación escogida en el presente proyecto será de 0,10 metros y los factores de corrección empleados serán 0,85 ó 0,76 dependiendo del número de cables por la zanja de cada anillo.

FACTOR DE CORRECCIÓN			
CT	LUGAR	0,85	0,76
1	Anillo 1	-	X
	Anillo 2	-	X
2	Anillo 1	-	-
	Anillo 2	X	-
3	Anillo 1	X	-
	Anillo 2	X	-
4	Anillo 1	X	-
	Anillo 2	-	-
5	Anillo 1	X	-
	Anillo 2	X	-
6	Anillo 1	-	X
	Anillo 2	X	-
7	Anillo 1	X	-
	Anillo 2	-	X
8	Anillo 1	X	-
	Anillo 2	X	-
9	Anillo 1	X	-
	Anillo 2	-	-
10	Anillo 1	X	-
	Anillo 2	X	-

Tabla 2.5: Factor de corrección a aplicar en cada caso.

Mediante el siguiente cuadro observamos las intensidades que circulan por cada rama (página siguiente).

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

		POTENCIA DEL ANILLO (KW)	lx (m)		POTENCIA (KW)	INTENSIDAD (A)
CT-1	Anillo 1	196,2	156,52	Rama 1	119,6	191,8
				Rama 2	76,6	122,84
	Anillo 2	226,6	130,78	Rama 1	114,05	182,9
				Rama 2	112,55	180,5
CT-2	Anillo 1	248,4	188,59	Rama 1	128,8	206,56
				Rama 2	119,6	191,8
	Anillo 2	275,775	92,67	Rama 1	112,95	181,14
				Rama 2	162,825	261,13
CT-3	Anillo 1	184	404,3	Rama 1	92	147,54
				Rama 2	92	147,54
	Anillo2	271,375	74,2	Rama 1	108,55	174,08
				Rama 2	162,825	261,13
CT-4	Anillo 1	250,355	125,58	Rama 1	139,955	224,45
				Rama 2	110,4	177,05
	Anillo 2	206,9	166,1	Rama 1	112,4	180,26
				Rama 2	94,5	151,55
CT-5	Anillo 1	278,13	58,94	Rama 1	156,18	250,47
				Rama 2	121,95	195,57
	Anillo 2	218,6	115,69	Rama 1	110,05	176,49
				Rama 2	108,55	174,08
CT-6	Anillo 1	203,9	198,02	Rama 1	93,5	149,95
				Rama 2	110,4	177,05
	Anillo 2	273,44	101,76	Rama 1	147,79	237,01
				Rama 2	125,65	201,51
CT-7	Anillo 1	287,475	77,2	Rama 1	124,65	199,9
				Rama 2	162,825	261,13
	Anillo 2	268,04	94,6	Rama 1	112,55	180,5
				Rama 2	155,49	249,36
CT-8	Anillo 1	256,075	303,82	Rama 1	92	147,54
				Rama 2	164,075	263,13
	Anillo 2	271,375	120	Rama 1	162,825	261,13
				Rama 2	108,55	174,08
CT-9	Anillo 1	150,2	217,47	Rama 1	76,6	122,84
				Rama 2	73,6	118,03
	Anillo 2	114,65	121,23	Rama 1	73,6	118,03
				Rama 2	41,05	65,83
CT-10	Anillo 1	205	163,27	Rama 1	134	214,9
				Rama 2	71	113,86
	Anillo 2	130,4	197,07	Rama 1	55,2	88,52
				Rama 2	75,2	120,6

Tabla 2.6: Intensidades de cada rama.

2.1.1.3.- Caídas de Tensión.

El cálculo de las caídas de tensión en cada anillo se realizará de la siguiente manera utilizando la expresión descrita a continuación:

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

$$\% \Delta U = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} (R + X \cdot \operatorname{tg} \varphi)$$

Donde:

ΔU = porcentaje de la caída de tensión.

W = potencia en kW.

L = longitud del tramo en km.

U = tensión en kV, será 0,4 kV.

$\operatorname{Cos} \varphi = 0,9$.

R = resistencia eléctrica del conductor en Ω/km .

X = reactancia inductiva del conductor en Ω/km .

La caída de tensión no deberá de ser superior al 5% ya que es la máxima que permite la empresa suministradora.

Las características de los conductores en régimen permanente serán las siguientes:

Sección de fase en mm ²	R-20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 2.7: Características de los conductores.

Los resultados de los cálculos de las caídas de tensión en los distintos anillos se especifican en el apartado 2.1.1.5.

2.1.1.4.- Otras características eléctricas.

Los distintos fusibles a utilizar para la protección de los anillos de baja tensión son los especificados en la siguiente tabla y serán de la clase gG, escogeremos aquel fusible que soporte la corriente que pasará de forma habitual con todas las cargas conectadas y nos cubra las distancias hasta el punto donde se abre el anillo. Estos se ubicarán en el Cuadro de Baja Tensión del Centro de Transformación.

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros ⁽¹⁾						

Tabla 2.8: Distancia que cubre el fusible.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

2.1.1.5.- Tablas de tendido y resultado de cálculos.

Distancias entre los distintos puntos de entrada de potencia de los anillos:

CENTRO DE TRANSFORMACION N°1					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-1/C1	8	Inicio del anillo	CT-1/C A115	5
	C1/C2	21		C A115/C A114	65
	C2/C3	19		C A114/C E2	25
	C3/C4	50		C E2/ C E4	30
	C4/C5	18	P.mín.tensión	C E4/C E3	15
	C5/C6	18		C E3/C E1	30
	C6/C7	18	Fin del anillo	C E1/CT-1	83
P.mín.tensión	C7/C A12	20			
	C A12/C8	66			
	C8/C9	18			
	C9/C10	18			
	C10/C11	18			
Fin del anillo	C11/CT-1	42			

CENTRO DE TRANSFORMACION N°2					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-2/C1	36	Inicio del anillo	CT-2/C E1	48
	C1/C2	24		C E1/C E3	20
	C2/C3	18		C E3/C E5	32
	C3/C4	18	P.mín.tensión	C E5/C E4	10
	C4/C5	18		C E4/C E2	31
	C5/C6	46	Fin del anillo	C E2/CT-2	57
	C6/C7	19			
P.mín.tensión	C7/C8	23			
	C8/C9	35			
	C9/C10	18			
	C10/C11	18			
	C11/C12	18			
	C12/C13	18			
	C13/C14	48			
Fin del anillo	C14/CT-2	43			

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°3					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-3/C2	64	Inicio del anillo	CT-3/C E5	34
	C2/C4	113		C E5/C E6	15
	C4/C6	70	P.mín.tensión	C E6/C E7	27
	C6/C8	70		C E7/C E9	25
	C8/C10	70		C E9/C E8	10
P.mín.tensión	C10/C9	35	Fin del anillo	C E8/CT-3	34
	C9/C7	70			
	C7/C5	70			
	C5/C3	70			
	C3/C1	111			
Fin del anillo	C1/CT-3	31			

CENTRO DE TRANSFORMACION N°4					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-4/C1	34	Inicio del anillo	CT-4/C1	27
	C1/C E6	25		C1/C2	20
	C E6/C2	24		C2/C3	20
	C2/C3	38		C3/C4	20
P.mín.tensión	C3/C4	16		C4/C A14	30
	C4/C5	16		C A14/C5	23
	C5/C6	39		C5/C6	21
	C6/C7	17	P.mín.tensión	C6/C7	49
	C7/C8	37		C7/C8	20
	C8/C9	16		C8/C9	20
Fin del anillo	C9/CT-4	29		C9/C10	20
				C10/C A15	32
				C A15/C11	23
			Fin del anillo	C11/CT-4	30

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°5					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-5/C E14	29	Inicio del anillo	CT-5/C A113	35
	C E14/C E12	25		C A113/C E9	44
P.mín.tensión	C E12/C E11	15		C E9/C E7	32
	C E11/C E13	25	P.mín.tensión	C E7/C E8	10
	C E13/C J2	30		C E8/C E10	33
Fin del anillo	C J2/CT-5	30	Fin del anillo	C E10/CT-5	71

CENTRO DE TRANSFORMACION N°6					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-6/C A111	66	Inicio del anillo	CT-6/C J3	31
	C A111/C1	11		C J3/C E2	35
	C1/C2	18		C E2/C E4	30
	C2/C3	18	P.mín.tensión	C E4/C E3	15
	C3/C4	18		C E3/C E1	30
	C4/C5	18		C E1/C A12	46
P.mín.tensión	C5/C6	50	Fin del anillo	C A12/CT-6	5
	C6/C7	48			
	C7/C8	19			
	C8/C9	19			
	C9/C10	19			
	C10/C11	19			
Fin del anillo	C11/CT-6	20			

CENTRO DE TRANSFORMACION N°7					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-7/C E6	36	Inicio del anillo	CT-7/C E4	54
	C E6/C E5	15		C E4/C E6	33
P.mín.tensión	C E5/C E1	32	P.mín.tensión	C E6/C E7	15
	C E1/C E3	25		C E7/C E5	30
	C E3/C E2	10	Fin del anillo	C E5/CT-7	74
Fin del anillo	C E2/CT-7	42			

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°8					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-8/C15	87	Inicio del anillo	CT-8/C E12	29
	C15/C17	71	P.mín.tensión	C E12/C E14	25
	C17/C16	36		C E14/C E10	60
	C16/C14	71		C E10/C E13	75
	C14/C13	37		C E13/C E11	25
P.mín.tensión	C13/C E10	34	Fin del anillo	C E11/CT-8	13
	C E10/C E8	30			
	C E8/C E9	15			
	C E9/C A110	29			
Fin del anillo	C A110/CT-8	7			

CENTRO DE TRANSFORMACION N°9					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-9/C12	37	Inicio del anillo	CT-9/C1	26
	C12/C11	51	P.mín.tensión	C1/C2	48
	C11/C A11	30		C2/C3	24
	C A11/C1	35		C3/C4	19
	C1/C2	31		C4/C5	22
P.mín.tensión	C2/C4	62	Fin del anillo	C5/C A13	29
	C4/C6	62		C A13/C A19	46
	C6/C5	31		C A19/C6	42
	C5/C3	62		C6/CT-9	37
Fin del anillo	C3/CT-9	39			

CENTRO DE TRANSFORMACION N°10					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-10/C EQ1	67	Inicio del anillo	CT-10/C12	26
	C EQ1/C EQ3	75		C12/C10	61
P.mín.tensión	C EQ3/C A18	51		C10/C8	61
	C A18/C A16	12		P.mín.tensión	C8/C J1
	C A16/C EQ2	73		C J1/C A17	10
Fin del anillo	C EQ2/CT-10	106		C A17/C7	32
				C7/C9	61
				C9/C11	61
				Fin del anillo	C11/CT-10

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Caídas de tensión en los anillos:

CENTRO DE TRANSFORMACION N°1							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C1=9,2	CT-1/C1	8	119,6	0,58	0,145	0,58	0,145
C2=18,4	C1/C2	21	110,4	1,404	0,351	1,984	0,496
C3=18,4	C2/C3	19	92	1,056	0,264	3,04	0,76
C4=18,4	C3/C4	50	73,6	2,228	0,557	5,268	1,317
C5=18,4	C4/C5	18	55,2	0,6	0,15	5,868	1,467
C6=18,4	C5/C6	18	36,8	0,4	0,1	6,268	1,567
C7=18,4	C6/C7	18	18,4	0,2	0,05	6,468	1,617
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C11=18,4	CT-1/C11	42	76,6	1,948	0,487	1,948	0,487
C10=18,4	C11/C10	18	58,2	0,632	0,158	2,58	0,645
C9=18,4	C10/C9	18	39,8	0,432	0,108	3,012	0,753
C8=18,4	C9/C8	18	21,4	0,232	0,058	3,244	0,811
C A12=3	C8/C A12	66	3	0,12	0,03	3,364	0,841
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C A115=3	CT-1/C A115	5	114,05	0,344	0,086	0,344	0,086
C A114=2,5	C A115/C A114	65	111,05	4,372	1,093	4,716	1,179
C E2=54,275	C A114/C E2	25	108,55	1,644	0,411	6,36	1,59
C E4=54,275	C E2/C E4	30	54,275	0,984	0,246	7,344	1,836
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E1=58,275	CT-1/C E1	83	112,55	5,656	1,414	5,656	1,414
C E3=54,275	C E1/C E3	30	54,275	0,984	0,246	6,64	1,66

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°2							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C1=18,4	CT-2/C1	36	128,8	1,84	0,46	1,84	0,46
C2=18,4	C1/C2	24	110,4	1,052	0,263	2,892	0,723
C3=18,4	C2/C3	18	92	0,656	0,164	3,548	0,887
C4=18,4	C3/C4	18	73,6	0,524	0,131	4,072	1,018
C5=18,4	C4/C5	18	55,2	0,392	0,098	4,464	1,116
C6=18,4	C5/C6	46	36,8	0,672	0,168	5,136	1,284
C7=18,4	C6/C7	19	18,4	0,136	0,034	5,272	1,318
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C14=18,4	CT-2/C14	43	119,6	2,04	0,51	2,04	0,51
C13=18,4	C14/C13	48	101,2	1,928	0,482	3,968	0,992
C12=18,4	C13/C12	18	82,8	0,592	0,148	4,56	1,14
C11=18,4	C12/C11	18	64,4	0,46	0,115	5,02	1,255
C10=18,4	C11/C10	18	46	0,328	0,082	5,348	1,337
C9=18,4	C10/C9	18	27,6	0,196	0,049	5,544	1,386
C8=9,2	C9/C8	35	9,2	0,128	0,032	5,672	1,418
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E1=58,675	CT-2/C E1	48	112,95	2,152	0,538	2,152	0,538
C E3=54,275	C E1/C E3	20	54,275	0,428	0,107	2,58	0,645
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E2=54,275	CT-2/C E2	57	162,825	3,684	0,921	3,684	0,921
C E4=54,275	C E2/C E4	31	108,55	1,336	0,334	5,02	1,255
C E5=54,275	C E4/C E5	10	54,275	0,216	0,054	5,236	1,309

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°3							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C2=18,4	CT-3/C2	64	92	2,336	0,584	2,336	0,584
C4=18,4	C2/C4	113	73,6	3,304	0,826	5,64	1,41
C6=18,4	C4/C6	70	55,2	1,532	0,383	7,172	1,793
C8=18,4	C6/C8	70	36,8	1,02	0,255	8,192	2,048
C10=18,4	C8/C10	70	18,4	0,512	0,128	8,704	2,176
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C1=18,4	CT-3/C1	31	92	1,132	0,283	1,132	0,283
C3=18,4	C1/C3	111	73,6	3,244	0,811	4,376	1,094
C5=18,4	C3/C5	70	55,2	1,532	0,383	5,908	1,477
C7=18,4	C5/C7	70	36,8	1,02	0,255	6,928	1,732
C9=18,4	C7/C9	70	18,4	0,512	0,128	7,44	1,86
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E5=54,275	CT-3/C E5	34	108,55	1,464	0,366	1,464	0,366
C E6=54,275	C E5/C E6	15	54,275	0,32	0,08	1,784	0,446
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E8=54,275	CT-3/C E8	34	162,825	2,2	0,55	2,2	0,55
C E9=54,275	C E8/C E9	10	108,55	0,428	0,107	2,628	0,657
C E7=54,275	C E9/C E7	25	54,275	0,536	0,134	3,164	0,791

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°4							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C1=18,4	CT-4/C1	34	139,955	2,88	0,72	2,88	0,72
C E6=84,755	C1/C E6	25	121,555	1,84	0,46	4,72	1,18
C2=18,4	C E6/C2	24	36,8	0,532	0,133	5,252	1,313
C3=18,4	C2/C3	38	18,4	0,424	0,106	5,676	1,419
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C9=18,4	CT-4/C9	29	110,4	1,936	0,484	1,936	0,484
C8=18,4	C9/C8	16	92	0,892	0,223	2,828	0,707
C7=18,4	C8/C7	37	73,6	1,648	0,412	4,476	1,119
C6=18,4	C7/C6	17	55,2	0,568	0,142	5,044	1,261
C5=18,4	C6/C5	39	36,8	0,868	0,217	5,912	1,478
C4=18,4	C5/C4	16	18,4	0,176	0,044	6,088	1,522
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C1=18,4	CT-4/C1	27	112,4	1,836	0,459	1,836	0,459
C2=18,4	C1/C2	20	94	1,136	0,284	2,972	0,743
C3=18,4	C2/C3	20	75,6	0,916	0,229	3,888	0,972
C4=18,4	C3/C4	20	57,2	0,692	0,173	4,58	1,145
C A14=2	C4/C A14	30	38,8	0,704	0,176	5,284	1,321
C5=18,4	C A14/C5	23	36,8	0,512	0,128	5,796	1,449
C6=18,4	C5/C6	21	18,4	0,232	0,058	6,028	1,507
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C11=18,4	CT-4/C11	30	94,5	1,716	0,429	1,716	0,429
C A15=2,5	C11/C A15	23	76,1	1,06	0,265	2,776	0,694
C10=18,4	C A15/C10	32	73,6	1,424	0,356	4,2	1,05
C9=18,4	C10/C9	20	55,2	0,668	0,167	4,868	1,217
C8=18,4	C9/C8	20	36,8	0,444	0,111	5,312	1,328
C7=18,4	C8/C7	20	18,4	0,22	0,055	5,532	1,383

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°5							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E14=101,905	CT-5/C E14	29	156,18	1,796	0,449	1,796	0,449
C E12=54,275	C E14/C E12	25	54,275	0,536	0,134	2,332	0,583
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C J2=13,4	CT-5/C J2	30	121,95	1,452	0,363	1,452	0,363
C E12=54,275	C J2/C E12	30	108,55	1,292	0,323	2,744	0,686
C E11=54,275	C E12/C E11	25	54,275	0,536	0,134	3,28	0,82
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 95 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C A113=1,5	CT-5/C A113	35	110,05	3,436	0,859	3,436	0,859
C E9=54,275	C A113/C E9	44	108,55	4,26	1,065	7,696	1,924
C E7=54,275	C E9/C E7	32	54,275	1,548	0,387	9,244	2,311
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 95 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E10=54,275	CT-5/C E10	71	108,55	6,872	1,718	6,872	1,718
C E8=54,275	C E10/C E8	33	54,275	1,596	0,399	8,468	2,117

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°6							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C A11=1,5	CT-6/C A11	66	93,5	3,736	0,934	3,736	0,934
C1=18,4	C A11/C1	11	92	0,612	0,153	4,348	1,087
C2=18,4	C1/C2	18	73,6	0,8	0,2	5,148	1,287
C3=18,4	C2/C3	18	55,2	0,6	0,15	5,748	1,437
C4=18,4	C3/C4	18	36,8	0,4	0,1	6,148	1,537
C5=18,4	C4/C5	18	18,4	0,2	0,05	6,348	1,587
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C11=18,4	CT-6/C11	20	110,4	1,336	0,334	1,336	0,334
C10=18,4	C11/C10	19	92	1,056	0,264	2,392	0,598
C9=18,4	C10/C9	19	73,6	0,844	0,211	3,236	0,809
C8=18,4	C9/C8	19	55,2	0,632	0,158	3,868	0,967
C7=18,4	C8/C7	19	36,8	0,424	0,106	4,292	1,073
C6=18,4	C7/C6	48	18,4	0,532	0,133	4,824	1,206
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C J3=4,8	CT-6/C J3	31	147,79	2,772	0,693	2,772	0,693
C E2=64,725	C J3/C E2	35	142,99	3,032	0,758	5,804	1,451
C E4=78,265	C E2/C E4	30	78,265	1,42	0,355	7,224	1,806
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C A12=1	CT-6/C A12	5	125,65	0,38	0,095	0,38	0,095
C E1=62,325	C A12/C E1	46	124,65	3,472	0,868	3,852	0,963
C E3=62,325	C E1/C E3	30	62,325	1,132	0,283	4,984	1,246

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°7							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E6=62,325	CT-7/C E6	36	124,65	1,78	0,445	1,78	0,445
C E5=62,325	C E6/C E5	15	62,325	0,368	0,092	2,148	0,537
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E2=54,275	CT-7/C E2	42	168,825	2,816	0,704	2,816	0,704
C E3=54,275	C E2/C E3	10	108,55	0,428	0,107	3,244	0,811
C E1=54,275	C E3/C E1	25	54,275	0,536	0,134	3,78	0,945
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E4=58,275	CT-7/C E4	54	112,55	2,412	0,603	2,412	0,603
C E6=54,275	C E4/C E6	33	54,275	0,712	0,178	3,124	0,781
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E5=54,275	CT-7/C E5	74	155,49	4,568	1,142	4,568	1,142
C E7=101,215	C E5/C E7	30	101,215	1,204	0,301	5,772	1,443

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°8							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C15=18,4	CT-8/C15	87	92	3,18	0,795	3,18	0,795
C17=18,4	C15/C17	71	73,6	2,076	0,519	5,256	1,314
C16=18,4	C17/C16	36	55,2	0,788	0,197	6,044	1,511
C14=18,4	C16/C14	71	36,8	1,04	0,26	7,084	1,771
C13=18,4	C14/C13	37	18,4	0,268	0,067	7,352	1,838
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C A110=1,25	CT-8/C A110	7	164,075	0,456	0,114	0,456	0,114
C E9=54,275	C A110/C E9	29	162,825	1,876	0,469	2,332	0,583
C E8=54,275	C E9/C E8	15	108,55	0,644	0,161	2,976	0,744
C E10=54,275	C E8/C E10	30	54,275	0,644	0,161	3,62	0,905
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E12=54,275	CT-8/C E12	29	162,825	1,876	0,469	1,876	0,469
C E14=54,275	C E12/C E14	25	108,55	1,076	0,269	2,952	0,738
C E10=54,275	C E14/C E10	60	54,275	1,292	0,323	4,244	1,061
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E11=54,275	CT-8/C E11	13	108,55	0,56	0,14	0,56	0,14
C E13=54,275	C E11/C E13	25	54,275	0,536	0,134	1,096	0,274

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°9							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C12=18,4	CT-9/C12	37	76,6	1,716	0,429	1,716	0,429
C11=18,4	C12/C11	51	58,2	1,796	0,449	3,512	0,878
C A11=3	C11/C A11	30	39,8	0,72	0,18	4,232	1,058
C1=18,4	C A11/C1	35	36,8	0,78	0,195	5,012	1,253
C2=18,4	C1/C2	31	18,4	0,344	0,086	5,356	1,339
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C3=18,4	CT-9/C3	39	73,6	1,736	0,434	1,736	0,434
C5=18,4	C3/C5	62	55,2	2,072	0,518	3,808	0,952
C6=18,4	C5/C6	31	36,8	0,688	0,172	4,496	1,124
C4=18,4	C6/C4	62	18,4	0,688	0,172	5,184	1,296
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 95 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C1=18,4	CT-9/C1	26	73,6	1,704	0,426	1,704	0,426
C2=18,4	C1/C2	48	55,2	2,364	0,591	4,068	1,017
C3=18,4	C2/C3	24	36,8	0,788	0,197	4,856	1,214
C4=18,4	C3/C4	19	18,4	0,312	0,078	5,168	1,292
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 95 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C6=18,4	CT-9/C6	37	41,05	1,352	0,338	1,352	0,338
C A19=1,75	C6/C A19	42	22,65	0,848	0,212	2,2	0,55
C A13=2,5	C A19/C A13	46	20,9	0,856	0,214	3,056	0,764
C5=18,4	C A13/C5	29	18,4	0,476	0,119	3,532	0,883

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°10							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C EQ1=67	CT-10/C EQ1	67	134	5,436	1,359	5,436	1,359
C EQ3=67	C EQ1/C EQ3	75	67	3,044	0,761	8,48	2,12
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C EQ2=67,5	CT-10/C EQ2	106	71	4,556	1,139	4,556	1,139
C A16=2,25	C EQ2/C A16	73	3,5	0,152	0,038	4,708	1,177
C A18=1,25	C A16/C A18	12	1,25	0,008	0,002	4,716	1,179
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C12=18,4	CT-10/C12	26	55,2	0,868	0,217	0,868	0,217
C10=18,4	C12/C10	61	36,8	1,36	0,34	2,228	0,557
C8=18,4	C10/C8	61	18,4	0,68	0,17	2,908	0,727
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C11=18,4	CT-10/C11	56	75,2	2,548	0,637	2,548	0,637
C9=18,4	C11/C9	61	56,8	2,096	0,524	4,644	1,161
C7=18,4	C9/C7	61	38,4	1,416	0,354	6,06	1,515
C A17=2	C7/C A17	32	20	0,388	0,097	6,448	1,612
C J1=18	C A17/C J1	10	18	0,108	0,027	6,556	1,639

2.2.- Red de Media Tensión.

2.2.1.- Cálculos eléctricos.

2.2.1.1.- Previsión de Potencia.

La Línea Subterránea de Media Tensión tendrá que alimentar a los 10 Centros de Transformación cada uno con una potencia de 400 kVA, por lo tanto los cálculos se harán respecto a una previsión de potencia de 4000 kVA.

2.2.1.2.- Intensidad y densidad de corriente.

La intensidad de corriente que circulará por la línea que se derivará para conectar con el Centro de Transformación será de:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{4000}{\sqrt{3} \cdot 20} = 115,47 \text{ A}$$

$S = \text{Potencia aparente en kVA}$

$U = \text{Tensión en kV}$

Por lo tanto de acuerdo con la intensidad que pasará por el conductor y los tipos de cables a utilizar por Iberdrola, escogeremos el conductor de sección 240 mm² que nos admite una intensidad máxima de 365 A.

La densidad de corriente que circulará por el conductor escogido para la L.S.M.T. será de:

$$\delta = \frac{\text{Intensidad}}{\text{Sección}} = \frac{115,47}{240} = 0,481 \text{ A/mm}^2$$

A continuación realizaremos el cálculo de las intensidades que circularán por el anillo de media tensión que enlaza los centros de transformación. Para ello necesitamos los valores de resistencia y reactancia del cable que vamos a usar:

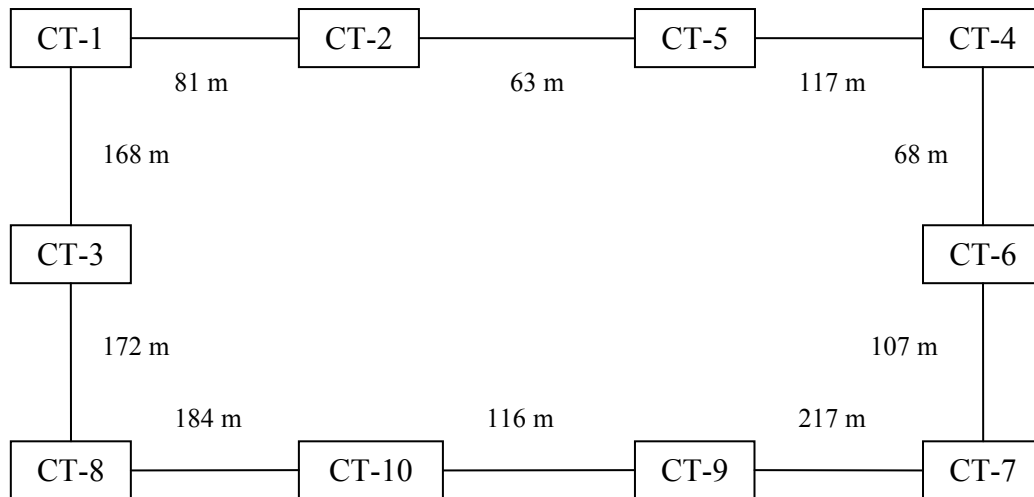
$$\text{Conductor HEPRZ1 Al } 240 \text{ mm}^2 : R = 0,169 \text{ } \Omega/\text{km} \quad ; \quad X = 0,105 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Las condiciones de instalación del conductor serán:

- Terna de cables unipolares.
- Directamente enterrado.
- Profundidad de instalación 1 metro.
- Resistividad térmica del terreno 1 K.m/W.
- Temperatura del terreno de 25°C.

El Centro de transformación principal en donde empieza y termina el anillo será el CT-1.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

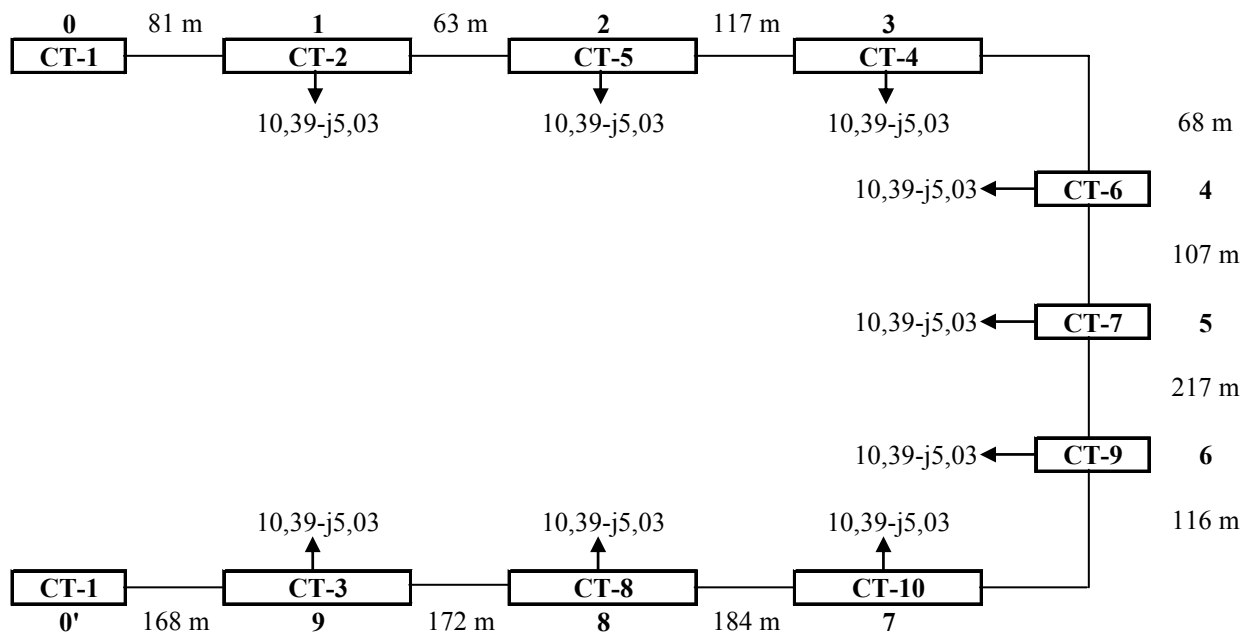


Las características de cada centro de transformación son:

$$S = 400 \text{ kVA} ; \cos \varphi = 0,9 ; U = 20 \text{ kV} / 400 - 230 \text{ V}$$

$$I = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20} = 11,55 \text{ A} ; \cos \varphi = 0,9 \rightarrow \varphi = -25,84^\circ$$

$$I = 10,39 - j5,03 \text{ A}$$



Para el cálculo de las intensidades I_x e I_y utilizamos las siguientes expresiones:

$$I_x = \sum I - I_y \quad ; \quad I_y = \frac{\sum (Z \cdot I)_0}{Z_T}$$

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

TRAMO	IMPEDANCIA $Z=R+jX$ (Ω)
0→1	0,013+j0,008
0→2	0,023+j0,014
0→3	0,044+j0,027
0→4	0,055+j0,034
0→5	0,073+j0,045
0→6	0,110+j0,068
0→7	0,129+j0,080
0→8	0,160+j0,099
0→9	0,189+j0,117
0→0'	0,218+j0,135

Tabla 2.9: Impedancia en cada tramo del anillo de MT.

$$I_y = 42,29 \angle -25,86^\circ = 38,05 - j18,44 \text{ A} \quad ; \quad I_x = 61,6 \angle -25,81^\circ = 55,46 - j26,83 \text{ A}$$

Ahora determinamos el punto de mínima tensión del anillo:

$$I_{01} = I_x = 55,46 - j26,83 \text{ A}$$

$$I_{12} = I_{01} - I_1 = 45,07 - j21,8 \text{ A}$$

$$I_{23} = I_{12} - I_2 = 34,68 - j16,77 \text{ A}$$

$$I_{34} = I_{23} - I_3 = 24,29 - j11,74 \text{ A}$$

$$I_{45} = I_{34} - I_4 = 13,9 - j6,71 \text{ A}$$

$$I_{56} = I_{45} - I_5 = 3,51 - j1,68 \text{ A}$$

$$I_{67} = I_{56} - I_6 = -6,88 + j3,35 \text{ A} \rightarrow \text{punto de mínima tensión en 6}$$

Dividimos éste en dos ramas y calculamos la intensidad que circula por cada una de ellas y su densidad de corriente:

- Para la rama 1 (desde el punto 0 hasta el 6):

$$I = \frac{6 \times 400}{\sqrt{3} \cdot 20} = 69,28 \text{ A} \quad ; \quad \text{no se utilizan f.d.c. } I_{\max} = 365 > 69,28 \text{ A}$$

$$\delta = \frac{69,28}{240} = 0,288 \text{ A/mm}^2$$

- Para la rama 2 (desde el punto 0' hasta el 6):

$$I = \frac{4 \times 400}{\sqrt{3} \cdot 20} = 46,18 \text{ A} \quad ; \quad \text{utilizamos de f.d.c. } \left\{ \begin{array}{l} \text{dist. entre cables } 0,2 \text{ m} \\ 2 \text{ ternas de cables} \end{array} \right\} = 0,82$$

$$I_{adm} = 365 \times 0,82 = 299,3 > 46,18 \text{ A}$$

$$\delta = \frac{46,18}{240} = 0,192 \text{ A/mm}^2$$

2.2.1.3.- Reactancia.

El conductor a utilizar VULPREN HEPRZ1 Al H-16 de 240 mm² de sección posee un valor de reactancia de 0,105 Ω/km.

2.2.1.4.- Caída de Tensión.

Una vez calculadas las intensidades que pasarán por los conductores, tanto en el tramo de unión que pasamos la línea de aérea a subterránea como en el anillo, nos dispondremos a efectuar el cálculo de las caídas de tensión para comprobar que cumplen con las máximas reglamentarias.

a) Entronque aéreo-subterráneo hasta CT-1.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi) = \sqrt{3} \cdot 115,47 \cdot 0,139 \cdot (0,169 \cdot 0,9 + 0,105 \cdot 0,43) = 5,48 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{5,48 \cdot 100}{20.000} = 0,0274\% < 5\% \text{ según Iberdrola}$$

b) Anillo de Media Tensión.

b.1) Rama 1:

Punto del anillo	Suma de potencias en cada punto del anillo		
	S (kVA)	P (kW)	Q (kVAr)
1	2.400	2.160	1.043,13
2	2.000	1.800	871,78
3	1.600	1.440	697,42
4	1.200	1.080	523,06
5	800	720	348,71
6	400	360	174,35

$$P = S \cdot \cos \varphi \quad ; \quad Q = P \cdot \tan \varphi$$

$$\Delta U = \frac{1}{U_N} \cdot \sum (R_{tramo} \cdot P + X_{tramo} \cdot Q) = 7,532 \text{ V} \quad ; \quad \% \Delta U = \frac{100 \cdot 7,532}{20.000} = 0,0376\%$$

b.2) Rama 2:

Punto del anillo	Suma de potencias en cada punto del anillo		
	S (kVA)	P (kW)	Q (kVAr)
9	1.600	1.440	697,42
8	1.200	1.080	523,06
7	800	720	348,71
6	400	360	174,35

$$P = S \cdot \cos \varphi \quad ; \quad Q = P \cdot \tan \varphi$$

$$\Delta U = \frac{1}{U_N} \cdot \sum (R_{tramo} \cdot P + X_{tramo} \cdot Q) = 6,616 \text{ V} \quad ; \quad \% \Delta U = \frac{100 \cdot 6,616}{20.000} = 0,033 \%$$

2.2.1.5.- Otras características eléctricas.

a) Entronque aéreo-subterráneo hasta CT-1.

- Capacidad de transporte de la línea.

$$P \times L = \frac{U^2}{100 \times (R + X \cdot \tan \varphi)} \times \% \Delta U_{\max} = \frac{20^2}{100 \times (0,169 + 0,105 \cdot 0,484)} \times 5 = 90,98 \text{ MW} \cdot \text{km}$$

- Potencia máxima de transporte.

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{90,98}{0,139} = 654,53 \text{ MW}$$

- Intensidad admisible en cortocircuito con una S_{cc} de 500 MVA.

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{500 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 20} = 14,43 \text{ kA}$$

El conductor HEPRZ1 de 240 mm^2 con duración del cortocircuito $t = 0,5 \text{ seg}$ aguanta hasta $31,9 \text{ kA} > 14,43 \text{ kA}$.

b) Anillo de Media Tensión.

b.1) Rama 1:

La capacidad de transporte y la intensidad admisible en cortocircuito son las mismas que en el caso anterior.

- Potencia máxima de transporte.

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{90,98}{0,653} = 139,32 \text{ MW}$$

b.2) Rama 2:

La capacidad de transporte y la intensidad admisible en cortocircuito son las mismas que en el caso anterior.

- Potencia máxima de transporte.

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{90,98}{0,640} = 142,15 \text{ MW}$$

2.2.1.6.- Tablas resultado de cálculos.

a) Entronque aéreo-subterráneo hasta CT-1.

Tipo de conductor:	HEPRZ1 12/20 kV 3(1x240 mm²) Al
Intensidad de corriente:	115,47 A
Resistencia:	0,169 Ω/km
Reactancia:	0,105 Ω/km
Longitud:	139 m
Caída de tensión:	5,48 V
% Caída de tensión:	0,0274 %
Capacidad de transporte:	90,98 MW·km
Potencia máx. de transporte:	654,53 MW
Intensidad adm. cortocircuito:	14,43 kA (t = 0,5 seg)

b) Anillo de Media Tensión.

Tipo de conductor:	HEPRZ1 12/20 kV 3(1x240 mm²) Al
Intensidad de corriente (Ix):	61,6 A
Intensidad de corriente (Iy):	42,29 A
Resistencia:	0,169 Ω/km
Reactancia:	0,105 Ω/km
Longitud:	1.293 m
Intensidad adm. cortocircuito:	14,43 kA (t = 0,5 seg)

CAIDAS DE TENSION			
Rama 1			
Tramo	Longitud (m)	ΔU tramo (V)	ΔU acumulada (V)
CT1→CT2	81	1,923	1,923
CT2→CT5	63	1,246	3,169
CT5→CT4	117	1,852	5,021
CT4→CT6	68	0,807	5,828
CT6→CT7	107	0,846	6,674
CT7→CT9	217	0,858	7,532
Rama 2			
Tramo	Longitud (m)	ΔU tramo (V)	ΔU acumulada (V)
CT1→CT3	168	2,659	2,659
CT3→CT8	172	2,042	4,701
CT8→CT10	184	1,456	6,157
CT10→CT9	116	0,459	6,616

2.2.1.7.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación ó reducción.

No procede.

2.3.- Centros de Transformación.

2.3.1.- Intensidad de Media Tensión.

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.1.a)$$

donde:

P = potencia del transformador (kVA)

U_p = tensión en el primario (kV)

I_p = intensidad en el primario (A)

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para cada transformador de los Centros de Transformación, la potencia es de 400 kVA, por lo tanto:

$$I_p = 11,5 \text{ A}$$

2.3.2.- Intensidad de Baja Tensión.

Para cada transformador de los Centros de Transformación, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

P = potencia del transformador (kVA)

U_s = tensión en el secundario (kV)

I_s = intensidad en el secundario (A)

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor:

$$I_s = 549,9 \text{ A.}$$

2.3.3.- Cortocircuitos.

2.3.3.1.- Observaciones.

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

2.3.3.2.- Cálculo de las corrientes de cortocircuito.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.3.2.a)$$

donde:

S_{cc} = potencia de cortocircuito de la red (MVA)

U_p = tensión de servicio (kV)

I_{ccp} = corriente de cortocircuito (kA)

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.3.2.b)$$

donde:

P = potencia del transformador (kVA)

E_{cc} = tensión de cortocircuito del transformador (%)

U_s = tensión en el secundario (V)

I_{ccs} = corriente de cortocircuito (kA)

2.3.3.3.- Cortocircuito en el lado de Media Tensión.

Utilizando la expresión 2.3.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 500 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{ccp} = 14,4 \text{ kA}$$

2.3.3.4.- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Para cada transformador de los Centros de Transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de Baja Tensión con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.3.2.b:

$$I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$$

2.3.4.- Selección de fusibles de media y baja tensión.

Los fusibles de media tensión vienen ya incorporados de fábrica en las respectivas celdas de MT, mientras que los fusibles de baja tensión, serán seleccionados en función de la intensidad nominal a circular por los anillos y la distancia a cubrir por estos, serán del tipo NH gL/gG.

En la siguiente tabla se muestra que fusible se tiene que incorporar a cada salida del cuadro de BT:

CT N°			In Fusible (A)
1	Anillo 1	Rama 1	200
		Rama 2	125
	Anillo 2	Rama 1	200
		Rama 2	200
2	Anillo 1	Rama 1	250
		Rama 2	200
	Anillo 2	Rama 1	200
		Rama 2	315
3	Anillo 1	Rama 1	160
		Rama 2	160
	Anillo 2	Rama 1	200
		Rama 2	315
4	Anillo 1	Rama 1	250
		Rama 2	200
	Anillo 2	Rama 1	200
		Rama 2	160
5	Anillo 1	Rama 1	315
		Rama 2	200
	Anillo 2	Rama 1	200
		Rama 2	200

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CT N°			In Fusible (A)
6	Anillo 1	Rama 1	160
		Rama 2	200
	Anillo 2	Rama 1	250
		Rama 2	250
7	Anillo 1	Rama 1	250
		Rama 2	315
	Anillo 2	Rama 1	200
		Rama 2	315
8	Anillo 1	Rama 1	160
		Rama 2	315
	Anillo 2	Rama 1	315
		Rama 2	200
9	Anillo 1	Rama 1	160
		Rama 2	125
	Anillo 2	Rama 1	125
		Rama 2	100
10	Anillo 1	Rama 1	250
		Rama 2	125
	Anillo 2	Rama 1	100
		Rama 2	125

2.3.5.- Dimensionado del embarrado.

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

2.3.5.1.- Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

2.3.5.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc(din)} = 36,1 \text{ kA}$$

2.3.5.3.- Comprobación por solicitud térmica.

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 14,4 \text{ kA.}$$

2.3.6.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador:

La protección en Media Tensión de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

Termómetro:

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

Protecciones en BT:

Las salidas de Baja Tensión cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.3.4.

2.3.7.- Dimensionado de los puentes de MT.

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Transformador:

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm² de Al según el fabricante.

2.3.8.- Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_{\gamma} = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}} \quad (2.3.8.a)$$

donde:

W_{cu} = pérdidas en el cobre del transformador (kW)

W_{fe} = pérdidas en el hierro del transformador (kW)

K = coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada (aproximadamente entre 0,35 y 0,40)

h = distancia vertical entre rejillas de entrada y salida (m)

ΔT = aumento de temperatura del aire (°C)

S_{γ} = superficie mínima de las rejillas de entrada

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios Prefabricados de ORMAZABAL, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1.000 kVA.
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1.600 kVA.

2.3.9.- Dimensionado del pozo apagafuegos.

Edificio de Transformación: *PFU-4/20*

Al no haber transformadores de aceite como refrigerante, no es necesaria la existencia de pozos apagafuegos.

Edificio de Transformación: *miniBLOK - 24*

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 400 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

2.3.10.- Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.

2.3.10.1.- Descripción de las características del suelo.

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 $\Omega \cdot m$.

2.3.10.2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En las instalaciones de Media Tensión de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

2.3.10.3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra.

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

2.3.10.4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Características de la red de alimentación:

Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

$V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

Características del terreno:

Resistencia de tierra $R_o = 150 \Omega \cdot \text{m}$

Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \Omega \cdot \text{m}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.3.10.4.a)$$

donde:

I_d = intensidad de falta a tierra (A)

R_t = resistencia total de puesta a tierra (Ω)

V_{bt} = tensión de aislamiento en baja tensión (V)

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.3.10.4.b)$$

donde:

I_{dm} = limitación de la intensidad de falta a tierra (A)

I_d = intensidad de falta a tierra (A)

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 500 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 20 \Omega$$

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_0} \quad (2.3.10.4.c)$$

donde:

R_t = resistencia total de puesta a tierra (Ω)

R_0 = resistividad del terreno en ($\Omega \cdot m$)

K_r = coeficiente del electrodo

- Centros de transformación:

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados, $K_r \Rightarrow 0,1333$

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- | | |
|---|---------------------------|
| - Configuración seleccionada: | 50-25/5/42 |
| - Geometría del sistema: | Anillo rectangular |
| - Distancia de la red: | 5.0x2.5 m |
| - Profundidad del electrodo horizontal: | 0,5 m |
| - Número de picas: | cuatro |
| - Longitud de las picas: | 2 metros |

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,097$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0221$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0483$

Edificio de Transformación: **miniBLOK - 24**

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- | | |
|---|---------------------------|
| - Configuración seleccionada: | 30-30/5/42 |
| - Geometría del sistema: | Anillo rectangular |
| - Distancia de la red: | 3.0x3.0 m |
| - Profundidad del electrodo horizontal: | 0,5 m |
| - Número de picas: | cuatro |
| - Longitud de las picas: | 2 metros |

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,11$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0258$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0563$

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.
- En el caso del edificio de transformación, además de lo anterior se colocará alrededor del edificio de maniobra exterior una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_0 \quad (2.3.10.4.d)$$

donde:

K_r = coeficiente del electrodo

R_0 = resistividad del terreno en ($\Omega \cdot m$)

R'_t = resistencia total de puesta a tierra (Ω)

Por lo que para los centros de transformación:

Edificio de Transformación: **PFU-4/20** $\rightarrow R'_t = 14,55 \Omega$

Edificio de Transformación: **miniBLOK – 24** $\rightarrow R'_t = 16,5 \Omega$

Y la intensidad de defecto real para ambos tipos de Centros de Transformación, tal y como indica la fórmula (2.3.10.4.b):

$$I'd = 500 \text{ A}$$

2.3.10.5.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.3.10.5.a)$$

donde:

R'_t = resistencia total de puesta a tierra (Ω)

I'_d = intensidad de defecto (A)

V'_d = tensión de defecto (V)

Por lo que para cada tipo de Centro de Transformación:

Edificio de Transformación: **PFU-4/20** $\rightarrow V'_d = 7.275 \text{ V}$

Edificio de Transformación: **miniBLOK – 24** $\rightarrow V'_d = 8.250 \text{ V}$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_0 \cdot I'_d \quad (2.3.10.5.b)$$

donde:

K_c = coeficiente

R_0 = resistividad del terreno en ($\Omega \cdot m$)

I'_d = intensidad de defecto (A)

V'_c = tensión de paso en el acceso (V)

Por lo que tendremos en los Centros de Transformación:

Edificio de Transformación: **PFU-4/20** $\rightarrow V'_c = 3.622,5 \text{ V}$

Edificio de Transformación: **miniBLOK – 24** $\rightarrow V'_c = 4.222,5 \text{ V}$

2.3.10.6.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_0 \cdot I'_d \quad (2.3.10.6.a)$$

donde:

K_p = coeficiente

R_0 = resistividad del terreno en ($\Omega \cdot m$)

I'_d = intensidad de defecto (A)

V'_p = tensión de paso en el exterior (V)

Por lo que para los distintos casos:

Edificio de Transformación: **PFU-4/20** $\rightarrow V'_p = 1.657,5 \text{ V}$

Edificio de Transformación: **miniBLOK – 24** $\rightarrow V'_p = 1.935 \text{ V}$

2.3.10.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas.

En los Centros de Transformación, los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- $t = 0,7 \text{ seg}$
- $K = 72$
- $n = 1$

La tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_0}{1.000} \right) \quad (2.3.10.7.a)$$

donde:

K = coeficiente

t = tiempo total de duración de la falta (seg)

n = coeficiente

R_0 = resistividad del terreno en ($\Omega \cdot m$)

V_p = tensión admisible de paso en el exterior (V)

Por lo que, para ambos casos:

$$V_p = 1.954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_0 + 3 \cdot R'_0}{1.000} \right) \quad (2.3.10.7.b)$$

donde:

K = coeficiente

t = tiempo total de duración de la falta (seg)

n = coeficiente

R_0 = resistividad del terreno en ($\Omega \cdot m$)

R'_0 = resistividad del hormigón en ($\Omega \cdot m$)

$V_{p(acc)}$ = tensión admisible de paso en el acceso (V)

Por lo que, para ambos casos:

$$V_{p(acc)} = 10.748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

$$V'_p = 1.657,5 \text{ V} < V_p = 1.954,29 \text{ V}$$

Edificio de Transformación: **miniBLOK – 24**

$$V'_p = 1.935 \text{ V} < V_p = 1.954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

$$V'_{p(acc)} = 3.622,5 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10.748,57 \text{ V}$$

Edificio de Transformación: **miniBLOK – 24**

$$V'_{p(acc)} = 4.222,5 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10.748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

$$V'_d = 7.275 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Edificio de Transformación: **miniBLOK – 24**

$$V'_d = 8.250 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$

Edificio de Transformación: **miniBLOK – 24**

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$

2.3.10.8.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación ó reducción.

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1.000V.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1.000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_0 \cdot I'_d}{2.000 \cdot \pi} \quad (2.3.10.8.a)$$

donde:

R_0 = resistividad del terreno en ($\Omega \cdot m$)

I'_d = intensidad de defecto (A)

D = distancia mínima de separación (m)

Para ambos Centros de Transformación:

$$D = 11,94 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación:	8/22 (según método UNESA)
- Geometría:	Picas alineadas
- Número de picas:	dos
- Longitud entre picas:	2 metros
- Profundidad de las picas:	0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,194$
- $K_c = 0,0253$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_0 = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \Omega$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " K_r " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

Firmado:

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad

Antonio Rubio Robles

D.N.I.: 48509280-A

Cartagena, 14 de Septiembre de 2009

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL

MEMORIA



Proyecto Fin de Carrera realizado por:

Antonio Rubio Robles

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad

Tutores de Proyecto: Juan José Portero Rodríguez, Alfredo Conesa Tejerina

Curso 2008/2009

MEMORIA

Indice

1.- Memoria

1.1.- Objeto del Proyecto.....	4
1.2.- Titulares de la instalación: al inicio y al final.....	4
1.3.- Usuarios de la instalación.....	4
1.4.- Emplazamiento de la instalación.....	4
1.5.- Legislación y normativa aplicable.....	4
1.6.- Descripción genérica de las instalaciones, uso y potencia.....	7
1.6.1.- Red de Baja Tensión.....	7
1.6.2.- Red de Media Tensión.....	7
1.6.2.1.- Potencia máxima a transportar y criterios de cálculo.....	7
1.6.3.- Centros de Transformación.....	7
1.6.3.1.- Programa de necesidades y potencia instalada en kVA....	8
1.7.- Plazo de ejecución de las instalaciones.....	9
1.8.- Descripción de las instalaciones.....	9
1.8.1.- Red de Baja Tensión.....	9
1.8.1.1.- Trazado.....	11
1.8.1.1.1.- Longitud.....	11
1.8.1.1.2.- Inicio y final de la línea.....	12
1.8.1.1.3.- Cruzamientos, paralelismos, etc.....	12
1.8.1.1.4.- Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.....	12
1.8.1.2.- Puesta a Tierra.....	12
1.8.2.- Red de Media Tensión.....	13
1.8.2.1.- Trazado.....	13
1.8.2.1.1.- Puntos de entronque y final de línea.....	13
1.8.2.1.2.- Longitud.....	13
1.8.2.1.3.- Términos municipales afectados.....	13
1.8.2.1.4.- Relación de cruzamientos, paralelismos, etc.....	13
1.8.2.1.5.- Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.....	14
1.8.2.2.- Materiales.....	14
1.8.2.2.1.- Conductores.....	14
1.8.2.2.2.- Aislamientos.....	15
1.8.2.2.3.- Accesorios.....	15
1.8.2.2.4.- Protecciones eléctricas de principio y fin de línea.....	15
1.8.2.3.- Zanjas y sistemas de enterramiento.....	15
1.8.2.3.1.- Medidas de señalización y seguridad.....	16
1.8.2.4.- Puesta a Tierra.....	16
1.8.3.- Centros de Transformación.....	16
1.8.3.1.- Generalidades.....	16
1.8.3.1.1.- Características de los materiales.....	17
1.8.3.1.2.- Cimentación.....	18
1.8.3.1.3.- Apoyo de sustentación.....	18
1.8.3.1.4.- Cerramientos exteriores.....	18
1.8.3.1.5.- Varios.....	19

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

1.8.3.2.- Instalación eléctrica.....	21
1.8.3.2.1.- Características de la red de alimentación.....	21
1.8.3.2.2.- Características de la aparamenta de Media Tensión.....	22
1.8.3.2.2.1.- Aisladores.....	27
1.8.3.2.2.2.- Grapas de anclaje.....	27
1.8.3.2.2.3.- Pararrayos autovalvulares.....	27
1.8.3.2.3.- Características de la aparamenta de Baja Tensión.....	28
1.8.3.2.4.- Características descriptivas de las celdas y transformadores de Media Tensión.....	28
1.8.3.3.- Medida de la Energía Eléctrica.....	32
1.8.3.4.- Puestas a Tierra.....	32
1.8.3.4.1.- Tierra de protección.....	32
1.8.3.4.2.- Tierra de servicio.....	32
1.8.3.5.- Instalaciones secundarias.....	32
1.8.3.5.1.- Características descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.....	32
1.8.3.5.2.- Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.....	34
1.8.3.5.3.- Otras instalaciones secundarias.....	36

1.- Memoria

1.1.- Objeto del proyecto

Se redacta en el presente proyecto el cálculo y diseño de la red de Baja Tensión, para la alimentación de las distintas cargas que se encuentran distribuidas en el polígono residencial. La red de Baja Tensión incluye todos los elementos que se encuentran a la salida del secundario del transformador, con los fusibles de protección de las líneas y sus respectivas cajas generales de protección según el tipo de abonado o abonados a quienes esté destinado el consumo.

Por otra parte también se realizará el cálculo y diseño de la línea de Media Tensión que se deriva de la red de distribución de 20 kV, ésta pasará de ser aérea a ser subterránea y enlazará con un centro de transformación, desde el cual se trazará un anillo de media tensión a 20 kV para distribuir la energía eléctrica a los distintos centros de transformación del anillo.

Además de lo proyectado anteriormente se definirán las características de los Centros de Transformación destinados al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en los mismos, se utilizarán dos tipos de Centros de Transformación, los PFU y los MINIBLOK.

1.2.- Titulares de la instalación: al inicio y al final

Al inicio el titular de la instalación es la Universidad Politécnica de Cartagena con dirección Plaza del Cronista Isidoro Valverde, Edificio La Milagrosa, C.P. 30202 Cartagena, más adelante ésta será traspasada a la empresa distribuidora de energía eléctrica Iberdrola.

1.3.- Usuarios de la instalación

Los distintos usuarios de la instalación serán las personas físicas que se encuentren viviendo en el polígono residencial tanto en viviendas unifamiliares y edificios, como el mismo ayuntamiento de Murcia el cual dispone de una parcela en la que se tiene previsto construir un equipamiento social y deportivo.

1.4.- Emplazamiento de la instalación

El polígono residencial está ubicado en el término municipal de Murcia y queda limitado: por el norte con la Autovía del Mediterráneo A-7 y por el sur con la carretera de Cabezo de Torres A-4 que se dirige hacia esa misma población y además se enlaza por el este con la A-7.

1.5.- Legislación y normativa aplicable

En el presente proyecto las normas que se han aplicado y que están en uso actualmente son:

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Normas generales:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Normas particulares y de normalización de Iberdrola.
- Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Murcia.
- Contenidos mínimos en proyectos, Resolución de 3 de Julio de 2003, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueban los contenidos esenciales de determinados proyectos y el modelo de certificado como consecuencia de la aprobación por el real decreto 842/2002, de 2 de Agosto, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Normas UNE y normas EN.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de Diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-94.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de Noviembre.
- Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales.
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Normas y recomendaciones de diseño de los edificios para los Centros de Transformación:

- **CEI 61330 UNE-EN 61330**, Centros de Transformación prefabricados.
- **RU 1303A**, Centros de Transformación prefabricados de hormigón.
- **NBE-X**, Normas básicas de la edificación.

Normas y recomendaciones de diseño de la aparamenta eléctrica:

- **CEI 60694 UNE-EN 60694**, Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
- **CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X**, Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- **CEI 60298 UNE-EN 60298**, Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- **CEI 60129 UNE-EN 60129**, Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- **RU 6407B**, Aparamenta prefabricada bajo envolvente metálica con dieléctrico de Hexafloruro de Azufre SF₆ para Centros de Transformación de hasta 36 kV.
- **CEI 60265-1 UNE-EN 60265-1**, Interruptores de Alta Tensión. Parte 1: Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- **CEI 60420 UNE-EN 60420**, Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

- **CEI 60076-X UNE-EN 60076-X**, Transformadores de potencia.
- **UNE 20101-X-X**, Transformadores de potencia.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores (aceite):

- **RU 5201D**, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión.
- **UNE 21428-X-X**, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión de 50 kVA A 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

1.6.- Descripción genérica de las instalaciones, uso y potencia.

1.6.1.- Red de Baja Tensión.

El polígono residencial posee una superficie de 140.000 m² de los cuales 99.253 m² son la superficie de las distintas parcelas y los 40.747 m² restantes están destinados a las aceras y calzadas de dicho polígono.

Se dispone en el complejo de ocho parcelas destinadas a viviendas unifamiliares y cuatro parcelas destinadas a edificios, tres zonas comunes ajardinadas y un equipamiento social y deportivo.

Las viviendas unifamiliares tendrán una electrificación elevada mientras que las viviendas para los edificios será una electrificación básica, en cuanto a las zonas ajardinadas la potencia que le asignaremos será la correspondiente a una luminaria Na HP de 100 W por cada 30 m², el equipamiento social y deportivo se le asignará una potencia de 10 W por cada m² y la potencia que se tendrá en cuenta para el alumbrado de viales será la correspondiente a una luminaria Na HP de 250 W cada 25 metros de distancia.

1.6.2.- Red de Media Tensión.

Para el desarrollo de la L.S.M.T. en primer lugar realizaremos una derivación de la Línea Aérea de Media Tensión que pasa por los terrenos colindantes a la urbanización, después se pasará a subterránea mediante un entronque aéreo-subterráneo, a partir de aquí se enlazará con el Centro de Transformación nº1.

Se realizará también un anillo de MT en instalación subterránea que enlace todos los CT ubicados en el interior de la urbanización con el fin de llevar energía eléctrica a todos los puntos.

1.6.2.1.- Potencia máxima a transportar y criterios de cálculo.

Se prevé que la Línea Subterránea de Media de Tensión (L.S.M.T) alimente a un total de 10 Centros de Transformación con una potencia cada uno de 400 kVA, por lo tanto el total de potencia ascenderá hasta los 4000 kVA.

En función de esta potencia total escogeremos el conductor más apropiado para el diseño y obtendremos la Potencia Máxima a Transportar.

Todo el proceso de cálculo será realizado en el apartado referente a los cálculos eléctricos.

1.6.3.- Centros de Transformación.

Los Centros de Transformación tipo compañía, objetos de este proyecto tienen la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de MT empleados en este proyecto son:

a) Centro de Transformación PFU:

- CGMcosmos: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.
- CGMcosmos: Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

b) Centros de Transformación MINIBLOK:

- CGMcosmos: Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

1.6.3.1.- Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 230 V, con una potencia máxima simultánea de 4.917,09 kW y utilizando la siguiente ecuación será de aproximadamente 2.186 kVA.

$$P_{CT} = \frac{\sum P_{BT}(kW) \cdot 0,4}{0,9} = \frac{4.917,09 \cdot 0,4}{0,9} = 2.185,37 \cong 2.186 \text{ kVA}$$

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en cada Centro de Transformación es de 400 kVA. Para llegar al total de potencia instalada se instalarán 10 Centros de Transformación.

A continuación realizamos una tabla con las potencias previstas para cada parcela de la urbanización:

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

PARCELA	POTENCIA PREVISTA (kW)
1	220,8
2	312,8
3	110,4
4	931,54
5	932,23
6	193,2
7	202,4
8	464,74
9	663,88
10	248,4
11	202,4
12	165,6
Equipamiento	201,5
Jardín 1	18
Jardín 2	13,4
Jardín 3	4,8
Alumbrado	31
TOTAL	4.917,09

1.7.- Plazo de ejecución de las instalaciones.

Se tiene previsto el comienzo de las obras seis meses después de la entrega del Proyecto.

1.8.- Descripción de las instalaciones.

1.8.1.- Red de Baja Tensión.

Las instalaciones que nos encontramos en el polígono son las siguientes: 12 parcelas de viviendas, 3 zonas ajardinadas, un equipamiento social y deportivo, y el alumbrado de los viales.

Las características de cada parcela las describimos a continuación.

PARCELA Nº	Nº ENTRADAS	Nº VIVIENDAS	ELECTRIFICACION
1	24	24	ELEVADA
2	34	34	ELEVADA
3	12	12	ELEVADA
4	14	140	BASICA
5	14	140	BASICA
6	21	21	ELEVADA
7	22	22	ELEVADA
8	6	72	BASICA
9	10	100	BASICA
10	27	27	ELEVADA
11	22	22	ELEVADA
12	18	18	ELEVADA

Tabla 1.1: nº de viviendas, entradas y tipo de electrificación.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

PARCELA N°	N° ENTRADAS
JARDIN 1	1
JARDIN 2	1
JARDIN 3	1
EQUIPAMIENTO	3

Tabla 1.2: n° entradas de zonas comunes.

PARCELA N°	SUPERFICIE SOLAR (m2)
1	8.810
2	11.917
3	2.910
6	5.198
7	5.545
10	6.709
11	5.481
12	3.165
JARDIN 1	5.404
JARDIN 2	4.008
JARDIN 3	1.425
EQUIPAMIENTO	20.150

Tabla 1.3: superficie parcelas de viviendas unifamiliares y zonas comunes.

PARCELA N°	SUPERFICIE SOLAR (m2)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (m2)	SUPERFICIE GARAJE (m2)	SUPERFICIE ZONA COMUN (m2)
4	5.892	4.694	4.694	1.198
5	5.977	4.763	4.763	1.214
8	2.294	1.594	1.594	700
9	4.368	3.048	3.048	1.320

Tabla 1.4: superficie parcelas de edificios.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CALLE	LONGITUD (m)	LUMINARIAS
del Sauce	300	12
Goya	295	12
Infantes	255	10
Pinares	195	8
Rambla	260	10
Galileo	215	9
Auditorium	215	8
Astorga	130	5
Oxford	180	7
Huertas	115	5
Sierra Nevada	150	6
Pajaritos	105	4
Manresa	150	6
Pescadores	260	10
Mar Menor	300	12

Tabla 1.5: n° de luminarias por calle.

Para el diseño de la red eléctrica de baja tensión usaremos los conductores del tipo RV con una sección determinada para cada caso en función de la potencia que vaya a soportar dicho conductor, la longitud que cubre su respectivo fusible y la caída de tensión de la red. Se diseñarán las redes con dos anillos por cada centro de transformación, estas irán directamente enterradas y con una separación de los conductores en la misma zanja de 10 cm en el caso que sea necesario.

En las viviendas unifamiliares y el alumbrado de viales se colocarán las cajas de derivación junto con las cajas de protección y medida (CPM), éstas serán las especificadas por la empresa suministradora, teniendo uno o dos contadores monofásicos según sea necesario.

En los demás casos se utilizarán cajas generales de protección (CGP) especificadas por la empresa suministradora.

1.8.1.1.- Trazado.

El trazado de las distintas instalaciones de baja tensión será bajo la acera directamente enterrado.

1.8.1.1.1.- Longitud.

Las longitudes de los distintos anillos de baja tensión son las siguientes:

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CT N°	LONGITUD DEL ANILLO 1 (m)	LONGITUD DEL ANILLO 2 (m)
1	334	253
2	400	198
3	774	145
4	291	355
5	154	225
6	343	192
7	160	206
8	417	227
9	440	293
10	384	422

Tabla 1.6: longitud de los anillos de BT.

1.8.1.1.2.- Inicio y final de la línea.

Al tratarse de una configuración de la red en anillo el inicio y el final de las redes de baja tensión están en el centro de transformación respectivo de cada trazado.

1.8.1.1.3.- Cruzamientos, paralelismos, etc.

Las condiciones que cumplirán en los cruces y paralelismos las instalaciones de BT serán las siguientes:

- Cruces con calles y carreteras.

Los conductores estarán enterrados bajo tubo y el cruce se hará siempre que sea posible perpendicular al eje del vial.

- Cruces con otros conductores de energía eléctrica e instalaciones de agua, gas y telecomunicaciones.

No se producen cruces de este tipo en el presente proyecto.

- Paralelismo con otros conductores de energía eléctrica.

Los paralelismos que se dan de este tipo son los debidos a los anillos que realizan una ida y una vuelta discurriendo por la misma zanja, en algún caso discurrirán dos anillos distintos por la misma zanja, pero nunca se dará un paralelismo de conductores de BT con conductores de MT en el mismo plano ya que los de MT irán enterrados a un nivel más bajo.

1.8.1.1.4.- Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.

No procede.

1.8.1.2.- Puesta a Tierra.

El conductor neutro de las redes subterráneas de distribución pública, se conectará a tierra en el centro de transformación en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación; fuera del centro de transformación se conectará a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra, según Reglamento de Baja Tensión.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, en todas las cajas generales de protección o en las cajas de seccionamiento o en las cajas generales de protección y medida, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borne del neutro mediante un conductor aislado de 50 mm² de Cu, como mínimo. El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución.

1.8.2.- Red de Media Tensión.

1.8.2.1.- Trazado.

La línea discurrirá por terrenos de dominio público pertenecientes al término municipal de Murcia, su disposición será bajo la acera con conductores directamente enterrados.

- 1.) Derivación de la línea.
- 2.) Entronque aéreo-subterráneo.
- 3.) L.S.M.T. hasta la conexión con el CT principal.
- 4.) L.S.M.T. en anillo conectando todos los Centros de Transformación.

1.8.2.1.1.- Puntos de entronque y final de línea.

En la primera parte de la L.S.M.T. el punto de entronque será el mostrado en el plano nº 2 y su punto final de línea estará ubicado en la conexión con el Centro de Transformación principal.

Para la segunda parte de la L.S.M.T., es decir para el diseño del anillo, su punto principal de salida será desde el Centro de Transformación nº 1 hacia la conexión con los demás Centros de Transformación, llegando de nuevo a éste.

1.8.2.1.2.- Longitud.

La longitud de la línea desde el entronque aéreo-subterráneo hasta el Centro de Transformación principal es de 139 metros.

La longitud del anillo que enlaza los distintos Centros de Transformación desde el Centro de Transformación principal es de 1.293 metros.

1.8.2.1.3.- Términos municipales afectados.

El trazado de la línea en el presente proyecto sólo afecta al término municipal correspondiente al Ayuntamiento de Murcia.

1.8.2.1.4.- Relación de cruzamientos, paralelismos, etc.

Las condiciones que cumplirán en los cruces y paralelismos las instalaciones de MT serán las siguientes:

Cruzamientos

- Cruces con calles, caminos y carreteras.

Los conductores estarán enterrados bajo tubo y siempre que sea posible se hará el cruce perpendicular al eje del vial.

- Con ferrocarriles.

No se da el caso.

- Con otras conducciones de energía eléctrica e instalaciones de agua, gas y telecomunicaciones.

No se da el caso.

Paralelismos

- Con otros conductores de energía eléctrica.

Solamente se producirá este caso en un tramo del anillo en el que por la misma zanja circularán dos ternas de cables de MT, no se dará el caso para otros conductores de energía eléctrica.

- Con canalizaciones de agua y gas.

No se da el caso.

1.8.2.1.5.- Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.

No procede.

1.8.2.2.- Materiales.

1.8.2.2.1.- Conductores.

Se utilizarán únicamente cables de aislamiento de dieléctrico seco de las siguientes características:

- Conductor: Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022.
- Pantalla sobre el conductor: Capa de mezcla semiconductora aplicada por extrusión.
- Aislamiento: Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR).
- Pantalla sobre el aislamiento: Una capa de mezcla semiconductora pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
- Cubierta: Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.
- Tipos de conductores: Los propuestos en la siguiente tabla.

Tipo constructivo	Tensión nominal kV	Sección conductor mm2	Sección pantalla mm2
HEPRZ1	12/20	150	16
		240	16
		400	16

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Otras características más importantes son:

Sección mm ²	Tensión nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω/km	Reactancia por fase Ω/km	Capacidad μF/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536

En nuestro caso el conductor escogido entre los tres que nos propone Iberdrola es el de sección 240 mm².

1.8.2.2.2.- Aislamientos.

El aislamiento de los conductores será de etileno-propileno de alto módulo 105°C (HEPR).

1.8.2.2.3.- Accesorios.

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberá aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el Manual Técnico de Iberdrola correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

1.8.2.2.4.- Protecciones eléctricas de principio y fin de línea.

Al inicio de la línea en el entronque aéreo-subterráneo se colocarán las debidas protecciones contra sobretensiones y cortocircuitos. Para las sobretensiones se colocarán pararrayos de oxido metálico en cada una de las tres fases, y para los cortocircuitos se colocarán seccionadores con cartuchos fusibles en las tres fases, que además servirán para la posible desconexión de la línea en caso de producirse una avería.

La línea al final irá conectada a un centro de transformación con las debidas protecciones en sus celdas de Media Tensión. El anillo que enlazará todos los centros de transformación, irá protegido para la salida y entrada de la línea mediante las celdas de Media Tensión correspondientes a cada centro de transformación.

1.8.2.3.- Zanjas y sistema de enterramiento.

La Línea Subterránea de Media Tensión irá directamente enterrada bajo la acera a una profundidad de 1 metro y una anchura como mínimo de 0,60 metros. Nunca se instalará bajo la calzada excepto en los cruces, y evitando siempre los ángulos pronunciados. Los cruces de las calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial e irán con tubos de 160 mm de diámetro para introducir los cables.

Por otra parte se colocarán arquetas cada 50 metros para la inspección y tendido de los conductores.

1.8.2.3.1.- Medidas de señalización y seguridad.

Disposición de canalización directamente enterrada:

A una distancia mínima del suelo de 0,10 metros se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, también se pondrá un tubo de 160 mm de diámetro como protección mecánica, éste podrá ser usado como conducto de cables de control y redes multimedia.

Disposición de canalización directamente enterrada en cruces:

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior o marcado sobre el propio tubo, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

1.8.2.4.- Puesta a Tierra.

- Puesta a tierra de las cubiertas metálicas:

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y en puntos intermedios. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

- Pantallas:

En el caso de pantallas de cables unipolares se conectarán las pantallas a tierra en ambos extremos. Se pondrá a tierra las pantallas metálicas de los cables al realizar cada uno de los empalmes y terminaciones. De esta forma, en el caso de un defecto a masa lejano, se evitará la transmisión de tensiones peligrosas.

1.8.3.- Centros de Transformación.

Los Centros de Transformación objeto de este proyecto constan de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de estos Centros de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

1.8.3.1.- Generalidades.

A continuación se describirán todas las partes por las que se componen tanto los CT MINIBLOK como los de tipo PFU.

1.8.3.1.1.- Características de los materiales.

Edificio de Transformación: *PFU-4/20*

- Descripción:

Los Centros de Transformación PFU, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la apartamentada de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos Centros de Transformación es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidadoso diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

Edificio de Transformación: *miniBLOK - 24*

- Descripción:

El miniBLOK es un Centro de Transformación compacto compartimentado, de maniobra exterior, diseñado para redes públicas de distribución eléctrica en MT.

El miniBLOK es aplicable a redes de distribución de hasta 24 kV, donde se precisa de un transformador de hasta 630 kVA.

Consiste básicamente en una envolvente prefabricada de hormigón de reducidas dimensiones, que incluye en su interior un equipo compacto de MT del sistema CGMcosmos compacto, un transformador, un cuadro de BT y las correspondientes interconexiones y elementos auxiliares. Todo ello se suministra ya montado en fábrica, con lo que se asegura un acabado uniforme y de calidad.

El esquema eléctrico disponible en MT cuenta con dos posiciones de línea (entrada y salida) y una posición de interruptor combinado con fusibles para la maniobra y protección del transformador, así como un cuadro de BT con salidas protegidas por fusibles.

La concepción de estos centros, que mantiene independientes todos sus componentes, limita la utilización de líquidos aislantes combustibles, a la vez que facilita la sustitución de cualquiera de sus componentes.

Así mismo, la utilización de apartamentada de MT con aislamiento integral en gas reduce la necesidad de mantenimiento y le confiere unas excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales, e incluso a la eventual inundación del Centro de Transformación.

1.8.3.1.2.- Cimentación.

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

Para la ubicación del Centro de Transformación PFU es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

Edificio de Transformación: **miniBLOK - 24**

No procede.

1.8.3.1.3.- Apoyo de sustentación.

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

- Placa piso:

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

Edificio de Transformación: **miniBLOK - 24**

No procede.

1.8.3.1.4.- Cerramientos exteriores.

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

- Envolvente:

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 k Ω respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

Edificio de Transformación: **miniBLOK - 24**

- Envoltente:

Los edificios prefabricados de hormigón miniBLOK están formados por una estructura monobloque, que agrupa la base y las paredes en una misma pieza garantizando una total impermeabilidad del conjunto y por una cubierta movable.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kΩ respecto de la tierra de la envoltente.

En la parte frontal dispone de dos orificios de salida de cables de 150 mm. de diámetro para los cables de MT y de seis agujeros para los cables de BT, pudiendo disponer además en cada lateral de otro orificio de 150 mm. de diámetro. La apertura de los mismos se realizará en obra utilizando los que sean necesarios para cada aplicación.

1.8.3.1.5.- Varios.

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

- Accesos:

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

- Ventilación:

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamina en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Acabado:

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Calidad:

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303A.

- Alumbrado:

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Otros:

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Características detalladas:

Nº de transformadores:	1
Nº reserva de celdas:	1
Tipo de ventilación:	Normal
Puertas de acceso peatón:	1 puerta de acceso

Dimensiones exteriores:

Longitud:	4.480 mm
Fondo:	2.380 mm
Altura:	3.045 mm
Altura vista:	2.585 mm
Peso:	12.000 kg

Dimensiones interiores:

Longitud:	4.280 mm
Fondo:	2.200 mm
Altura:	2.355 mm

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Dimensiones de la excavación:

Longitud:	5.260 mm
Fondo:	3.180 mm
Profundidad:	560 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

Edificio de Transformación: **miniBLOK - 24**

- Características detalladas:

Nº de transformadores:	1
Puertas de acceso peatón:	1 puerta

Dimensiones exteriores:

Longitud:	2.100 mm
Fondo:	2.100 mm
Altura:	2.240 mm
Altura vista:	1.540 mm
Peso:	7.500 kg

Dimensiones interiores:

Longitud:	1.940 mm
Fondo:	1.980 mm
Altura:	1.550 mm

Dimensiones de la excavación:

Longitud:	4.300 mm
Fondo:	4.300 mm
Profundidad:	800 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

1.8.3.2.- Instalación eléctrica.

1.8.3.2.1.- Características de la red de alimentación.

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 500 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 14,4 kA eficaces.

1.8.3.2.2.- Características de la aparamenta de Media Tensión.

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación.

Celdas: CGMcosmos

Las celdas CGMcosmos forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente:

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso (para la altura de 1.740 mm), y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Cuba:

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra:

El interruptor disponible en el sistema CGMcosmos tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando:

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual.

- Conexión de cables:

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos:

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMcosmos es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas:

Las características generales de las celdas CGMcosmos son las siguientes:

Celdas: *CGMcosmos-2LIP*

Debido a que el sistema CGMcosmos compacto está compuesto de la unión estricta de funciones del tipo CGMcosmos modular, las características de los dos sistemas son prácticamente idénticas, a continuación se matizarán las diferencias de la CGMcosmos con la unión antes indicada.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Celdas CGMcosmos:

La CGMcosmos compacto es un equipo para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMcosmos modular. Incorpora tres funciones (2 posiciones de línea y una posición de protección con fusibles) en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

- Base y frente:

Aunque la tapa de los mandos es única, los compartimentos de los cables son individuales para cada posición, de forma que se puede trabajar sin peligro en uno de ellos aunque las otras posiciones estén en tensión. La pletina de tierra está unida en toda la celda.

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Cuba:

La cuba es única e incluye la aparamenta y el embarrado de las tres posiciones.

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra:

Las posiciones de interruptor-seccionador, o de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Mando:

Aunque están bajo la misma tapa, los mandos son independientes e iguales a los empleados en el sistema CGMcosmos.

- Fusibles:

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Tensión nominal: **24 kV**

Nivel de aislamiento:

Frecuencia industrial (1 min)

- a tierra y entre fases: **50 kV**

- a la distancia de seccionamiento: **60 kV**

Impulso tipo rayo

- a tierra y entre fases: **125 kV**

- a la distancia de seccionamiento: **145 kV**

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

Edificio de Transformación: **miniBLOK - 24**

Características generales de los tipos de apartamentados empleados en la instalación.

Celdas: CGMcosmos-2LIP

El sistema CGMcosmos está compuesto 2 posiciones de línea y 1 posición de protección con fusibles, con las siguientes características:

- Celdas CGMcosmos:

El sistema CGMcosmos compacto es un equipo para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMcosmos modular, extensible "in situ" a izquierda y derecha. Sus embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Incorpora tres funciones por cada módulo en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

- Base y frente:

La base está diseñada para soportar al resto de la celda, y facilitar y proteger mecánicamente la acometida de los cables de MT. La tapa que los protege es independiente para cada una de las tres funciones. El frente presenta el mímico unifilar del circuito principal y los ejes de accionamiento de la apartamentada a la altura idónea para su operación.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La tapa frontal es común para las tres posiciones funcionales de la celda.

- Cuba:

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda su vida útil, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

La cuba es única para las tres posiciones con las que cuenta la celda CGMcosmos y en su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puestas a tierra, tubos portafusibles).

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra:

Los interruptores disponibles en el sistema CGMcosmos compacto tienen tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando:

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

- Fusibles (Celda CGMcosmos-P):

En las celdas CGMcosmos-P, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Conexión de cables:

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos:

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMcosmos es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas:

Las características generales de las celdas CGMcosmos son las siguientes:

Tensión nominal: **24 kV**

Nivel de aislamiento:

Frecuencia industrial (1 min)

- a tierra y entre fases: **50 kV**
- a la distancia de seccionamiento: **60 kV**

Impulso tipo rayo

- a tierra y entre fases: **125 kV**
- a la distancia de seccionamiento: **145 kV**

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

1.8.3.2.2.1.- Aisladores.

No procede.

1.8.3.2.2.2.- Grapas de anclaje.

No procede.

1.8.3.2.2.3.- Pararrayos autovalvulares.

No procede.

1.8.3.2.3.- Características de la aparamenta de Baja Tensión.

Elementos de salida en Baja Tensión: mediante cuadros de BT, que tienen como misión la separación en distintas ramas de salida, por medio de fusibles, de la intensidad secundaria de los transformadores.

1.8.3.2.4.- Características descriptivas de las celdas y transformadores de Media Tensión.

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

Entrada / Salida 1: *CGMcosmos-L Interruptor-seccionador*

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMcosmos-L de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- | | |
|---|--------------|
| • Tensión asignada: | 24 kV |
| • Intensidad asignada: | 400 A |
| • Intensidad de corta duración (1s), eficaz: | 16 kA |
| • Intensidad de corta duración (1s), cresta: | 40 kA |
| • Nivel de aislamiento: | |
| - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: | 28 kV |
| - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): | 75 kV |
| • Capacidad de cierre (cresta): | 40 kA |
| • Capacidad de corte: | |
| - Corriente principalmente activa: | 400 A |

- Características físicas:

- | | |
|----------|-----------------|
| • Ancho: | 365 mm |
| • Fondo: | 735 mm |
| • Alto: | 1.740 mm |
| • Peso: | 95 kg |

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Otras características constructivas:

- Mando interruptor: manual tipo B

E/S2,E/S3,PT1: *CGMcosmos-2LP*

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características:

El sistema CGMcosmos 2LP es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMcosmos.

La celda CGMcosmos 2LP está constituida por tres funciones: dos de línea o interruptor en carga y una de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- | | |
|---|----------------|
| • Tensión asignada: | 24 kV |
| • Intensidad asignada en el embarrado: | 400 A |
| • Intensidad asignada en las entradas/salidas: | 400 A |
| • Intensidad asignada en la derivación: | 200 A |
| • Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: | 21 kA |
| • Intensidad de corta duración (1 s), cresta: | 52,5 kA |
| • Nivel de aislamiento: | |
| - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: | 50 kV |
| - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): | 125 kV |
| • Capacidad de cierre (cresta): | 52,5 kA |
| • Capacidad de corte: | |
| - Corriente principalmente activa: | 400 A |

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Características físicas:

- Ancho: **1.190 mm**
- Fondo: **735 mm**
- Alto: **1.740 mm**
- Peso: **290 kg**

- Otras características constructivas:

- Mando interruptor 1: manual tipo B
- Mando interruptor 2: manual tipo B
- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Intensidad fusibles : 3x25 A

Transformador 1: *Transformador silicona 24 kV*

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural silicona, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: **+2,5%, +5%, +7,5%, +10%**
- Tensión de cortocircuito (Ecc): **4%**
- Grupo de conexión: **Dyn11**
- Protección incorporada al transformador: **Termómetro**

Edificio de Transformación: *miniBLOK - 24*

E/S1,E/S2,PT1: *CGMcosmos-2LP*

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características:

El sistema CGMcosmos 2LP es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMcosmos.

La celda CGMcosmos 2LP está constituida por tres funciones: dos de línea o interruptor en carga y una de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- | | |
|---|----------------|
| • Tensión asignada: | 24 kV |
| • Intensidad asignada en el embarrado: | 400 A |
| • Intensidad asignada en las entradas/salidas: | 400 A |
| • Intensidad asignada en la derivación: | 200 A |
| • Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: | 21 kA |
| • Intensidad de corta duración (1 s), cresta: | 52,5 kA |
| • Nivel de aislamiento: | |
| - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: | 50 kV |
| - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): | 125 kV |
| • Capacidad de cierre (cresta): | 52,5 kA |
| • Capacidad de corte: | |
| - Corriente principalmente activa: | 400 A |

- Características físicas:

- | | |
|----------|-----------------|
| • Ancho: | 1.190 mm |
| • Fondo: | 735 mm |
| • Alto: | 1.300 mm |
| • Peso: | 290 kg |

- Otras características constructivas:

- | | |
|--------------------------------|----------------|
| • Mando interruptor 1: | manual tipo B |
| • Mando interruptor 2: | manual tipo B |
| • Mando posición con fusibles: | manual tipo BR |
| • Intensidad fusibles : | 3x25 A |

Transformador 1: *Transformador aceite 24 kV*

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- | | |
|--|--------------------------------|
| • Regulación en el primario: | +2,5%, +5%, +7,5%, +10% |
| • Tensión de cortocircuito (Ecc): | 4% |
| • Grupo de conexión: | Dyn11 |
| • Protección incorporada al transformador: | Termómetro |

1.8.3.3.- Medida de la energía eléctrica.

Al tratarse de Centros de Distribución públicos, no se efectúa medida de energía en Media Tensión.

1.8.3.4.- Puestas a Tierra.

1.8.3.4.1.- Tierra de protección.

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior. Se empleará cable de cobre desnudo. La sección del conductor según Iberdrola será de 50 mm² (MT 2.11.01).

1.8.3.4.2.- Tierra de servicio.

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en Baja Tensión, debido a faltas en la red de Media Tensión, el neutro del sistema de Baja Tensión se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de Media Tensión, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado. La sección del conductor según Iberdrola será de 50 mm² (MT 2.11.01).

1.8.3.5.- Instalaciones secundarias.

1.8.3.5.1.- Características descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

Cuadros BT - B2 Transformador 1: *Cuadros Baja Tensión*

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), tipo UNESA AC-4, es un conjunto de aparataje de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro AC-4 de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares:

En la parte superior del módulo AC-4 existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. Dentro de este compartimento, existen cuatro pletinas deslizantes que hacen la función de seccionador.

El acceso a este compartimento es por medio de una puerta abisagrada en dos puntos. Sobre ella se montan los elementos normalizados por la compañía suministradora.

- Zona de salidas:

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida, que son 4. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: **440 V**
- Intensidad asignada en los embarrados: **1.600 A**
- Nivel de aislamiento:
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: **10 kV**
 - Frecuencia industrial (1 min) entre fases: **2,5 kV**
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases: **20 kV**

- Características constructivas:

- Anchura: **580 mm**
- Altura: **1.690 mm**
- Fondo: **290 mm**

- Otras características:

- Intensidad asignada en las salidas: **4x400 A**

Edificio de Transformación: **miniBLOK - 24**

Cuadros BT - B2 Transformador 1: *Cuadros Baja Tensión*

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), tipo AC-5000, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT, y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro AC-5000 de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Zona de acometida:

En la parte superior del módulo AC-5000 existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior.

Incorpora además un transformador de intensidad en la pletina de acometida de la fase R.

- Unidad funcional de control:

En una caja situada en la parte superior del cuadro se instala el control y un amperímetro de carril con una aguja de máxima. La conexión del control a Cuadro de Baja Tensión se realizará directamente al embarrado vertical.

- Zona de salidas:

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida, que son 5, una de ellas se toma como auxiliar. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: **440 V**
- Intensidad asignada en los embarrados: **1.000 A**
- Nivel de aislamiento:
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: **8 kV**
 - Frecuencia industrial (1 min) entre fases: **2,5 kV**
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases: **20 kV**

- Características constructivas:

- Anchura: **540 mm**
- Altura: **1.325 mm**
- Fondo: **290 mm**

- Otras características:

Intensidad asignada en las salidas: **5x400 A**

1.8.3.5.2.- Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

Edificio de Transformación: ***PFU-4/20***

- Interconexiones de MT:

Puentes de Media Tensión Transformador 1: *Cables MT 12/20 kV*

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152.

- Interconexiones de BT:

Puentes de Baja Tensión - B2 Transformador 1: *Puentes transformador-cuadro*

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

- Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: *Protección física transformador*

Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: *Equipo de iluminación*

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Edificio de Transformación: ***miniBLOK - 24***

- Interconexiones de MT:

Puentes de Media Tensión Transformador 1: *Cables MT 12/20 kV*

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K-158-LR.

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: *Puentes transformador-cuadro*

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: *Equipo de iluminación*

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

1.8.3.5.3.- Otras instalaciones secundarias.

Edificio de Transformación: *PFU-4/20*

- Alumbrado:

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la Media Tensión.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

- Protección contra incendios:

Según la MIE-RAT 14 al ser el transformador de aislamiento de silicona no es necesario instalar sistemas de protección contra incendios, aunque deberá instalarse de forma que el calor generado no suponga riesgo de incendio para los materiales próximos.

- Armario de primeros auxilios:

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

- Medidas de seguridad:

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

Edificio de Transformación: **miniBLOK - 24**

- Alumbrado:

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la Media Tensión.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

- Medidas de seguridad:

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

Firmado:

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad

Antonio Rubio Robles

D.N.I.: 48509280-A

Cartagena, 14 de Septiembre de 2009

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL

CALCULOS JUSTIFICATIVOS



Proyecto Fin de Carrera realizado por:

Antonio Rubio Robles

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad

Tutores de Proyecto: Juan José Portero Rodríguez, Alfredo Conesa Tejerina

Curso 2008/2009

CALCULOS

JUSTIFICATIVOS

Indice

2.- Cálculos Justificativos

2.1.- Red de Baja Tensión.....	4
2.1.1.- Cálculos eléctricos.....	4
2.1.1.1.- Previsión de Potencia.....	4
2.1.1.2.- Intensidad.....	11
2.1.1.3.- Caídas de Tensión.....	13
2.1.1.4.- Otras características eléctricas.....	14
2.1.1.5.- Tablas de tendido y resultado de cálculos.....	15
2.2.- Red de Media Tensión.....	29
2.2.1.- Cálculos eléctricos.....	29
2.2.1.1.- Previsión de Potencia.....	29
2.2.1.2.- Intensidad y densidad de corriente.....	29
2.2.1.3.- Reactancia.....	32
2.2.1.4.- Caída de Tensión.....	32
2.2.1.5.- Otras características eléctricas.....	33
2.2.1.6.- Tablas resultado de cálculos.....	34
2.2.1.7.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación ó reducción.....	34
2.3.- Centros de Transformación.....	35
2.3.1.- Intensidad de Media Tensión.....	35
2.3.2.- Intensidad de Baja Tensión.....	35
2.3.3.- Cortocircuitos.....	35
2.3.3.1.- Observaciones.....	35
2.3.3.2.- Cálculo de las corrientes de cortocircuito.....	36
2.3.3.3.- Cortocircuito en el lado de Media Tensión.....	36
2.3.3.4.- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.....	36
2.3.4.- Selección de fusibles de media y baja tensión.....	37
2.3.5.- Dimensionado del embarrado.....	38
2.3.5.1.- Comprobación por densidad de corriente.....	38
2.3.5.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica.....	38
2.3.5.3.- Comprobación por sollicitación térmica.....	39
2.3.6.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	39
2.3.7.- Dimensionado de los puentes de MT.....	40
2.3.8.- Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.....	40
2.3.9.- Dimensionado del pozo apagafuegos.....	41
2.3.10.- Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.....	41
2.3.10.1.- Descripción de las características del suelo.....	41
2.3.10.2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.....	41
2.3.10.3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra.....	42
2.3.10.4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.....	42
2.3.10.5.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.....	44

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

2.3.10.6.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.....	45
2.3.10.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas.....	46
2.3.10.8.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación ó reducción.....	47

2.- Cálculos Justificativos.

2.1.- Red de Baja Tensión.

2.1.1.- Cálculos eléctricos.

Para la determinación de la sección del conductor haremos los cálculos de la siguiente manera:

- Selección de la potencia que se conectará al anillo.
- Cálculo del punto de mínima tensión mediante la fórmula:

$$l_x = \frac{\sum P \times L}{\sum P}$$

P = potencia en kw; L = longitud desde el origen a cada punto en m

- Separación del anillo en dos ramas.
- Cálculo de la intensidad que circulará por cada rama del anillo mediante la fórmula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

P = potencia en kW
U = 0,4 kV
Cosφ = 0,9

- Intensidad admisible por el cable aplicando los factores de corrección que sean necesarios:

$$I_{admisible} = I_{cable} \times fdc > I$$

- Elección del fusible para proteger la línea.
- Comprobación de la distancia que nos cubre el fusible con la longitud de la rama.

Comprobación de que no sobrepasa la máxima caída de tensión, en este caso es el 5% según Iberdrola.

2.1.1.1.- Previsión de Potencia.

En primer lugar haremos una clasificación según el tipo de electrificación:

Básica: potencia de 5.750 W.

Elevada: potencia de 9.200 W.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

En las viviendas unifamiliares utilizamos una electrificación elevada, mientras que en los edificios será una electrificación básica.

Los edificios están compuestos de la siguiente forma dependiendo de la parcela en la que se encuentren.

- Parcela número 4: formado por 14 escaleras, con 5 pisos cada una y 2 viviendas por piso.
- Parcela número 5: mismo caso que la anterior.
- Parcela número 8: formado por 6 escaleras, con 4 pisos cada una y 3 viviendas por piso.
- Parcela número 9: formado por 10 escaleras, con 5 pisos cada una y dos viviendas por piso.

Carga correspondiente a un conjunto de viviendas:

Se obtendrá multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda por el coeficiente de simultaneidad indicado en la tabla 2.1, según el número de viviendas.

$$P = \text{coeficiente simult.} \times \text{tipo electrificación (kw)}$$

Nº Viviendas	Coeficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n > 21	15,3 + (n-21) x 0,5

Tabla 2.1: Coeficientes de simultaneidad, según el nº de viviendas.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Carga correspondiente a ascensores y montacargas:

En el presente proyecto elegiremos un tipo de aparato elevador ITA-1 para las distintas escaleras de los edificios.

<i>Tipo de aparato elevador</i>	<i>Carga (kg)</i>	<i>Nº de personas</i>	<i>Velocidad (m/s)</i>	<i>Potencia (kW)</i>
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2.2: Previsión de potencia para aparatos elevadores.

Carga correspondiente a alumbrado de la escalera:

Para el alumbrado de portal y otros espacios comunes estimamos una potencia de 15 W/m^2 para lámparas incandescentes. La superficie total estimada en los edificios será de 60 m^2 .

Carga correspondiente a los garajes:

Se calculará considerando un mínimo de 10 W por metro cuadrado y planta para garajes de ventilación natural.

Carga correspondiente a zona común en el exterior de los edificios:

La forma de estimar la carga será aplicando una luminaria Na HP de 100 W por cada 30 m^2 .

Carga correspondiente al alumbrado de viales:

Estimaremos la carga aplicando una potencia de 250 W por cada luminaria y por el total de luminarias que se dispongan en cada calle.

Carga correspondiente a las zonas ajardinadas:

Estimaremos la carga considerando una luminaria Na HP de 100 W por cada 30 m^2 .

Carga correspondiente al equipamiento social y deportivo:

Estimaremos la carga considerando una potencia de 10 W por cada metro cuadrado.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Forma de cálculo de la potencia prevista para las escaleras de los distintos edificios:

1º) Potencia de las viviendas.

$$P_{viviendas} = c.s. \times 5,75 \text{ (kw)}; c.s. \rightarrow \text{coeficiente de simultaneidad}$$

2º) Potencia del alumbrado de la escalera y aparato elevador.

$$P_{servicios comunes} = 0,9 + 4,5 \text{ (kw)}$$

3º) Suma de los dos anteriores.

POTENCIAS CONECTADAS EN CADA ANILLO

Centro de transformación 1:

- Anillo 1: formado por 21 viviendas unifamiliares de la parcela nº 6 más el alumbrado de calle Goya, con una $P_{TOTAL} = 196,2 \text{ kw}$.

$$Viviendas unifamiliares = 193,2 \text{ kw}$$

$$Alumbrado público = 3 \text{ kw}$$

- Anillo 2: formado por 4 escaleras y zona común exterior de la parcela nº 5 más los alumbrados de las calles Pescadores y Mar Menor, con una $P_{TOTAL} = 226,6 \text{ kw}$.

$$Potencia por escalera = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras} = 4 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 217,1 \text{ kw}$$

$$P_{jardín} (\text{parcela nº 5}) = 4 \text{ kw}$$

$$Alumbrado público = 5,5 \text{ kw}$$

Centro de transformación 2:

- Anillo 1: formado por 27 viviendas unifamiliares de la parcela nº 10, con una $P_{TOTAL} = 248,4 \text{ kw}$.

$$Viviendas unifamiliares = 248,4 \text{ kw}$$

- Anillo 2: formado por 5 escaleras y zona común exterior de la parcela nº 9, con una $P_{TOTAL} = 275,775 \text{ kw}$.

$$Potencia por escalera = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras} = 5 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 271,375 \text{ kw}$$

$$P_{jardín} (\text{parcela nº 9}) = 4,4 \text{ kw}$$

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Centro de transformación 3:

- Anillo 1: formado por 20 viviendas unifamiliares de la parcela nº 2, con una $P_{TOTAL} = 184 \text{ kw}$.

$$Viviendas\text{unifamiliares} = 184 \text{ kw}$$

- Anillo 2: formado por 5 escaleras de la parcela nº 5, con una $P_{TOTAL} = 271,375 \text{ kw}$.

$$Potencia\text{ por escalera} = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total\text{ escaleras}} = 5 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 271,375 \text{ kw}$$

Centro de transformación 4:

- Anillo 1: formado por 1 escalera de la parcela nº 9, su garaje correspondiente más 18 viviendas unifamiliares de la parcela nº 12, con una $P_{TOTAL} = 250,355 \text{ kw}$.

$$Potencia\text{ por escalera} = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total\text{ escaleras}} = 1 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 54,275 \text{ kw}$$

$$P_{garaje\text{ (parcela nº9)}} = 30,48 \text{ kw}$$

$$Viviendas\text{unifamiliares} = 165,6 \text{ kw}$$

- Anillo 2: formado por 22 viviendas unifamiliares de la parcela nº 11 más los alumbrados de las calles Pinares y Rambla, con una $P_{TOTAL} = 206,9 \text{ kw}$.

$$Viviendas\text{unifamiliares} = 202,4 \text{ kw}$$

$$Alumbrado\text{ público} = 4,5 \text{ kw}$$

Centro de transformación 5:

- Anillo 1: formado por 4 escaleras y potencia del garaje de la parcela nº 5 más el jardín nº 2, con una $P_{TOTAL} = 278,13 \text{ kw}$.

$$Potencia\text{ por escalera} = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total\text{ escaleras}} = 4 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 217,1 \text{ kw}$$

$$P_{garaje\text{ (parcela nº5)}} = 47,63 \text{ kw}$$

$$P_{jardín\text{ (J2)}} = 13,4 \text{ kw}$$

- Anillo 2: formado por 4 escaleras de la parcela nº 9 más el alumbrado de la calle Manresa, con una $P_{TOTAL} = 218,6 \text{ kw}$.

$$Potencia\text{ por escalera} = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total\text{ escaleras}} = 4 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 217,1 \text{ kw}$$

$$Alumbrado\text{ público} = 1,5 \text{ kw}$$

Centro de transformación 6:

- Anillo 1: formado por 22 viviendas unifamiliares de la parcela nº 7 más el alumbrado de la calle Sierra Nevada, con una $P_{TOTAL} = 203,9 \text{ kw}$.

$$\text{Viviendas unifamiliares} = 202,4 \text{ kw}$$

$$\text{Alumbrado público} = 1,5 \text{ kw}$$

- Anillo 2: formado por 4 escaleras, potencia del garaje y zona común exterior de la parcela nº 8 más el jardín nº 3, con una $P_{TOTAL} = 273,44 \text{ kw}$.

$$\text{Potencia por escalera} = 9,9 \times 5,75 = 56,925 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras} = 4 \times (56,925 + 0,9 + 4,5) = 249,3 \text{ kw}$$

$$P_{garaje} (\text{parcela nº8}) = 15,94 \text{ kw}$$

$$P_{jardín} (\text{parcela nº8}) = 2,4 \text{ kw}$$

$$P_{jardín} (J3) = 4,8 \text{ kw}$$

Centro de transformación 7:

- Anillo 1: formado por 2 escaleras de la parcela nº 8 más 3 escaleras de la parcela nº 4, con una $P_{TOTAL} = 287,475 \text{ kw}$.

$$\text{Potencia por escalera} (\text{parcela nº8}) = 9,9 \times 5,75 = 56,925 \text{ kw}$$

$$\text{Potencia por escalera} (\text{parcela nº4}) = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras} (\text{parcela nº8}) = 2 \times (56,925 + 0,9 + 4,5) = 124,65 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras} (\text{parcela nº4}) = 3 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 162,825 \text{ kw}$$

- Anillo 2: formado por 4 escaleras, potencia garaje y zona común exterior de la parcela nº 4, con una $P_{TOTAL} = 268,04 \text{ kw}$.

$$\text{Potencia por escalera} = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras} = 4 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 217,1 \text{ kw}$$

$$P_{garaje} (\text{parcela nº4}) = 46,94 \text{ kw}$$

$$P_{jardín} (\text{parcela nº4}) = 4 \text{ kw}$$

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Centro de transformación 8:

- Anillo 1: formado por 3 escaleras de la parcela nº 4, 10 viviendas unifamiliares de la parcela nº 2 y el alumbrado de la calle Huertas, con una $P_{TOTAL} = 256,075 \text{ kw}$.

$$Potencia \text{ por escalera} = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras} = 3 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 162,825 \text{ kw}$$

$$Alumbrado \text{ público} = 1,25 \text{ kw}$$

$$Viviendas \text{ unifamiliares} = 92 \text{ kw}$$

- Anillo 2: formado por 4 escaleras de la parcela nº 4 más 1 escalera de la parcela nº 5, con una $P_{TOTAL} = 271,375 \text{ kw}$.

$$Potencia \text{ por escalera} (parcela \text{ nº } 5) = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$Potencia \text{ por escalera} (parcela \text{ nº } 4) = 8,5 \times 5,75 = 48,875 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras} (parcela \text{ nº } 5) = 1 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 54,275 \text{ kw}$$

$$P_{total} \text{ escaleras} (parcela \text{ nº } 4) = 4 \times (48,875 + 0,9 + 4,5) = 217,1 \text{ kw}$$

Centro de transformación 9:

- Anillo 1: formado por 4 viviendas unifamiliares de la parcela nº 2, 12 viviendas unifamiliares de la parcela nº 1 y el alumbrado de la calle del Sauce, con una $P_{TOTAL} = 150,2 \text{ kw}$.

$$Viviendas \text{ unifamiliares} = 147,2 \text{ kw}$$

$$Alumbrado \text{ público} = 3 \text{ kw}$$

- Anillo 2: formado 12 viviendas unifamiliares de la parcela nº 3 más los alumbrados de las calles Infantes y Oxford, con una $P_{TOTAL} = 114,65 \text{ kw}$.

$$Viviendas \text{ unifamiliares} = 110,4 \text{ kw}$$

$$Alumbrado \text{ público} = 4,25 \text{ kw}$$

Centro de transformación 10:

- Anillo 1: formado por 3 entradas del equipamiento social y deportivo más los alumbrados de las calles Galileo y Astorga, con una $P_{TOTAL} = 205 \text{ kw}$.

$$3 \text{ entradas equipamiento} = 201,5 \text{ kw}$$

$$Alumbrado \text{ público} = 3,5 \text{ kw}$$

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Anillo 2: formado por 12 viviendas unifamiliares de la parcela nº 1, el jardín nº 3 y el alumbrado de la calle Auditorium, con una $P_{TOTAL} = 130,4 \text{ kw}$.

$$Viviendas\ unifamiliares = 110,4 \text{ kw}$$

$$Alumbrado\ público = 2 \text{ kw}$$

$$P_{jardín}(J1) = 18 \text{ kw}$$

2.1.1.2.- Intensidad.

El cálculo de la intensidad que circulará por cada rama de los distintos anillos se hará utilizando la expresión del apartado 2.1.1, a partir de este primer dato de intensidad podremos estimar que tipo de sección de conductor deberemos escoger para la composición del anillo.

Las intensidades máximas que soportan los conductores son las correspondientes a la siguiente tabla:

Sección de fase en mm2	Intensidad en A
50	180
95	260
150	330
240	430

Tabla 2.3: Intensidad de los conductores.

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicándole un factor de corrección para el caso que sea necesario.

Factor de corrección								
Separación entre los cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
D=0 (en contacto)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d= 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50
d= 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d= 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d= 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d= 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

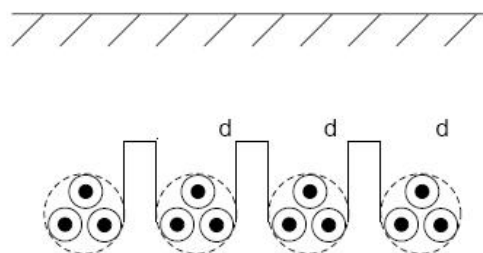


Tabla 2.4: Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos o ternas de cables unipolares.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

La distancia de separación escogida en el presente proyecto será de 0,10 metros y los factores de corrección empleados serán 0,85 ó 0,76 dependiendo del número de cables por la zanja de cada anillo.

FACTOR DE CORRECCIÓN			
CT	LUGAR	0,85	0,76
1	Anillo 1	-	X
	Anillo 2	-	X
2	Anillo 1	-	-
	Anillo 2	X	-
3	Anillo 1	X	-
	Anillo 2	X	-
4	Anillo 1	X	-
	Anillo 2	-	-
5	Anillo 1	X	-
	Anillo 2	X	-
6	Anillo 1	-	X
	Anillo 2	X	-
7	Anillo 1	X	-
	Anillo 2	-	X
8	Anillo 1	X	-
	Anillo 2	X	-
9	Anillo 1	X	-
	Anillo 2	-	-
10	Anillo 1	X	-
	Anillo 2	X	-

Tabla 2.5: Factor de corrección a aplicar en cada caso.

Mediante el siguiente cuadro observamos las intensidades que circulan por cada rama (página siguiente).

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

		POTENCIA DEL ANILLO (KW)	lx (m)		POTENCIA (KW)	INTENSIDAD (A)
CT-1	Anillo 1	196,2	156,52	Rama 1	119,6	191,8
				Rama 2	76,6	122,84
	Anillo 2	226,6	130,78	Rama 1	114,05	182,9
				Rama 2	112,55	180,5
CT-2	Anillo 1	248,4	188,59	Rama 1	128,8	206,56
				Rama 2	119,6	191,8
	Anillo 2	275,775	92,67	Rama 1	112,95	181,14
				Rama 2	162,825	261,13
CT-3	Anillo 1	184	404,3	Rama 1	92	147,54
				Rama 2	92	147,54
	Anillo2	271,375	74,2	Rama 1	108,55	174,08
				Rama 2	162,825	261,13
CT-4	Anillo 1	250,355	125,58	Rama 1	139,955	224,45
				Rama 2	110,4	177,05
	Anillo 2	206,9	166,1	Rama 1	112,4	180,26
				Rama 2	94,5	151,55
CT-5	Anillo 1	278,13	58,94	Rama 1	156,18	250,47
				Rama 2	121,95	195,57
	Anillo 2	218,6	115,69	Rama 1	110,05	176,49
				Rama 2	108,55	174,08
CT-6	Anillo 1	203,9	198,02	Rama 1	93,5	149,95
				Rama 2	110,4	177,05
	Anillo 2	273,44	101,76	Rama 1	147,79	237,01
				Rama 2	125,65	201,51
CT-7	Anillo 1	287,475	77,2	Rama 1	124,65	199,9
				Rama 2	162,825	261,13
	Anillo 2	268,04	94,6	Rama 1	112,55	180,5
				Rama 2	155,49	249,36
CT-8	Anillo 1	256,075	303,82	Rama 1	92	147,54
				Rama 2	164,075	263,13
	Anillo 2	271,375	120	Rama 1	162,825	261,13
				Rama 2	108,55	174,08
CT-9	Anillo 1	150,2	217,47	Rama 1	76,6	122,84
				Rama 2	73,6	118,03
	Anillo 2	114,65	121,23	Rama 1	73,6	118,03
				Rama 2	41,05	65,83
CT-10	Anillo 1	205	163,27	Rama 1	134	214,9
				Rama 2	71	113,86
	Anillo 2	130,4	197,07	Rama 1	55,2	88,52
				Rama 2	75,2	120,6

Tabla 2.6: Intensidades de cada rama.

2.1.1.3.- Caídas de Tensión.

El cálculo de las caídas de tensión en cada anillo se realizará de la siguiente manera utilizando la expresión descrita a continuación:

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

$$\% \Delta U = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} (R + X \cdot \operatorname{tg} \varphi)$$

Donde:

ΔU = porcentaje de la caída de tensión.

W = potencia en kW.

L = longitud del tramo en km.

U = tensión en kV, será 0,4 kV.

$\operatorname{Cos} \varphi = 0,9$.

R = resistencia eléctrica del conductor en Ω/km .

X = reactancia inductiva del conductor en Ω/km .

La caída de tensión no deberá de ser superior al 5% ya que es la máxima que permite la empresa suministradora.

Las características de los conductores en régimen permanente serán las siguientes:

Sección de fase en mm ²	R-20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,08
95	0,32	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,07

Tabla 2.7: Características de los conductores.

Los resultados de los cálculos de las caídas de tensión en los distintos anillos se especifican en el apartado 2.1.1.5.

2.1.1.4.- Otras características eléctricas.

Los distintos fusibles a utilizar para la protección de los anillos de baja tensión son los especificados en la siguiente tabla y serán de la clase gG, escogeremos aquel fusible que soporte la corriente que pasará de forma habitual con todas las cargas conectadas y nos cubra las distancias hasta el punto donde se abre el anillo. Estos se ubicarán en el Cuadro de Baja Tensión del Centro de Transformación.

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros ⁽¹⁾						

Tabla 2.8: Distancia que cubre el fusible.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

2.1.1.5.- Tablas de tendido y resultado de cálculos.

Distancias entre los distintos puntos de entrada de potencia de los anillos:

CENTRO DE TRANSFORMACION N°1					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-1/C1	8	Inicio del anillo	CT-1/C A115	5
	C1/C2	21		C A115/C A114	65
	C2/C3	19		C A114/C E2	25
	C3/C4	50		C E2/ C E4	30
	C4/C5	18	P.mín.tensión	C E4/C E3	15
	C5/C6	18		C E3/C E1	30
	C6/C7	18	Fin del anillo	C E1/CT-1	83
P.mín.tensión	C7/C A12	20			
	C A12/C8	66			
	C8/C9	18			
	C9/C10	18			
	C10/C11	18			
Fin del anillo	C11/CT-1	42			

CENTRO DE TRANSFORMACION N°2					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-2/C1	36	Inicio del anillo	CT-2/C E1	48
	C1/C2	24		C E1/C E3	20
	C2/C3	18		C E3/C E5	32
	C3/C4	18	P.mín.tensión	C E5/C E4	10
	C4/C5	18		C E4/C E2	31
	C5/C6	46	Fin del anillo	C E2/CT-2	57
	C6/C7	19			
P.mín.tensión	C7/C8	23			
	C8/C9	35			
	C9/C10	18			
	C10/C11	18			
	C11/C12	18			
	C12/C13	18			
	C13/C14	48			
Fin del anillo	C14/CT-2	43			

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°3					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-3/C2	64	Inicio del anillo	CT-3/C E5	34
	C2/C4	113		C E5/C E6	15
	C4/C6	70	P.mín.tensión	C E6/C E7	27
	C6/C8	70		C E7/C E9	25
	C8/C10	70		C E9/C E8	10
P.mín.tensión	C10/C9	35	Fin del anillo	C E8/CT-3	34
	C9/C7	70			
	C7/C5	70			
	C5/C3	70			
	C3/C1	111			
Fin del anillo	C1/CT-3	31			

CENTRO DE TRANSFORMACION N°4					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-4/C1	34	Inicio del anillo	CT-4/C1	27
	C1/C E6	25		C1/C2	20
	C E6/C2	24		C2/C3	20
	C2/C3	38		C3/C4	20
P.mín.tensión	C3/C4	16		C4/C A14	30
	C4/C5	16		C A14/C5	23
	C5/C6	39		C5/C6	21
	C6/C7	17	P.mín.tensión	C6/C7	49
	C7/C8	37		C7/C8	20
	C8/C9	16		C8/C9	20
Fin del anillo	C9/CT-4	29		C9/C10	20
				C10/C A15	32
				C A15/C11	23
			Fin del anillo	C11/CT-4	30

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°5					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-5/C E14	29	Inicio del anillo	CT-5/C A113	35
	C E14/C E12	25		C A113/C E9	44
P.mín.tensión	C E12/C E11	15		C E9/C E7	32
	C E11/C E13	25	P.mín.tensión	C E7/C E8	10
	C E13/C J2	30		C E8/C E10	33
Fin del anillo	C J2/CT-5	30	Fin del anillo	C E10/CT-5	71

CENTRO DE TRANSFORMACION N°6					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-6/C A111	66	Inicio del anillo	CT-6/C J3	31
	C A111/C1	11		C J3/C E2	35
	C1/C2	18		C E2/C E4	30
	C2/C3	18	P.mín.tensión	C E4/C E3	15
	C3/C4	18		C E3/C E1	30
	C4/C5	18		C E1/C A12	46
P.mín.tensión	C5/C6	50	Fin del anillo	C A12/CT-6	5
	C6/C7	48			
	C7/C8	19			
	C8/C9	19			
	C9/C10	19			
	C10/C11	19			
Fin del anillo	C11/CT-6	20			

CENTRO DE TRANSFORMACION N°7					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-7/C E6	36	Inicio del anillo	CT-7/C E4	54
	C E6/C E5	15		C E4/C E6	33
P.mín.tensión	C E5/C E1	32	P.mín.tensión	C E6/C E7	15
	C E1/C E3	25		C E7/C E5	30
	C E3/C E2	10	Fin del anillo	C E5/CT-7	74
Fin del anillo	C E2/CT-7	42			

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°8					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-8/C15	87	Inicio del anillo	CT-8/C E12	29
	C15/C17	71	P.mín.tensión	C E12/C E14	25
	C17/C16	36		C E14/C E10	60
	C16/C14	71		C E10/C E13	75
	C14/C13	37		C E13/C E11	25
P.mín.tensión	C13/C E10	34	Fin del anillo	C E11/CT-8	13
	C E10/C E8	30			
	C E8/C E9	15			
	C E9/C A110	29			
Fin del anillo	C A110/CT-8	7			

CENTRO DE TRANSFORMACION N°9					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-9/C12	37	Inicio del anillo	CT-9/C1	26
	C12/C11	51	P.mín.tensión	C1/C2	48
	C11/C A11	30		C2/C3	24
	C A11/C1	35		C3/C4	19
	C1/C2	31		C4/C5	22
P.mín.tensión	C2/C4	62	Fin del anillo	C5/C A13	29
	C4/C6	62		C A13/C A19	46
	C6/C5	31		C A19/C6	42
	C5/C3	62		C6/CT-9	37
Fin del anillo	C3/CT-9	39			

CENTRO DE TRANSFORMACION N°10					
ANILLO 1	Tramo	Longitud (m)	ANILLO 2	Tramo	Longitud (m)
Inicio del anillo	CT-10/C EQ1	67	Inicio del anillo	CT-10/C12	26
	C EQ1/C EQ3	75		C12/C10	61
P.mín.tensión	C EQ3/C A18	51		C10/C8	61
	C A18/C A16	12		P.mín.tensión	C8/C J1
	C A16/C EQ2	73		C J1/C A17	10
Fin del anillo	C EQ2/CT-10	106		C A17/C7	32
				C7/C9	61
				C9/C11	61
				Fin del anillo	C11/CT-10

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Caídas de tensión en los anillos:

CENTRO DE TRANSFORMACION N°1							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C1=9,2	CT-1/C1	8	119,6	0,58	0,145	0,58	0,145
C2=18,4	C1/C2	21	110,4	1,404	0,351	1,984	0,496
C3=18,4	C2/C3	19	92	1,056	0,264	3,04	0,76
C4=18,4	C3/C4	50	73,6	2,228	0,557	5,268	1,317
C5=18,4	C4/C5	18	55,2	0,6	0,15	5,868	1,467
C6=18,4	C5/C6	18	36,8	0,4	0,1	6,268	1,567
C7=18,4	C6/C7	18	18,4	0,2	0,05	6,468	1,617
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C11=18,4	CT-1/C11	42	76,6	1,948	0,487	1,948	0,487
C10=18,4	C11/C10	18	58,2	0,632	0,158	2,58	0,645
C9=18,4	C10/C9	18	39,8	0,432	0,108	3,012	0,753
C8=18,4	C9/C8	18	21,4	0,232	0,058	3,244	0,811
C A12=3	C8/C A12	66	3	0,12	0,03	3,364	0,841
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C A115=3	CT-1/C A115	5	114,05	0,344	0,086	0,344	0,086
C A114=2,5	C A115/C A114	65	111,05	4,372	1,093	4,716	1,179
C E2=54,275	C A114/C E2	25	108,55	1,644	0,411	6,36	1,59
C E4=54,275	C E2/C E4	30	54,275	0,984	0,246	7,344	1,836
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E1=58,275	CT-1/C E1	83	112,55	5,656	1,414	5,656	1,414
C E3=54,275	C E1/C E3	30	54,275	0,984	0,246	6,64	1,66

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°2							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C1=18,4	CT-2/C1	36	128,8	1,84	0,46	1,84	0,46
C2=18,4	C1/C2	24	110,4	1,052	0,263	2,892	0,723
C3=18,4	C2/C3	18	92	0,656	0,164	3,548	0,887
C4=18,4	C3/C4	18	73,6	0,524	0,131	4,072	1,018
C5=18,4	C4/C5	18	55,2	0,392	0,098	4,464	1,116
C6=18,4	C5/C6	46	36,8	0,672	0,168	5,136	1,284
C7=18,4	C6/C7	19	18,4	0,136	0,034	5,272	1,318
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C14=18,4	CT-2/C14	43	119,6	2,04	0,51	2,04	0,51
C13=18,4	C14/C13	48	101,2	1,928	0,482	3,968	0,992
C12=18,4	C13/C12	18	82,8	0,592	0,148	4,56	1,14
C11=18,4	C12/C11	18	64,4	0,46	0,115	5,02	1,255
C10=18,4	C11/C10	18	46	0,328	0,082	5,348	1,337
C9=18,4	C10/C9	18	27,6	0,196	0,049	5,544	1,386
C8=9,2	C9/C8	35	9,2	0,128	0,032	5,672	1,418
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E1=58,675	CT-2/C E1	48	112,95	2,152	0,538	2,152	0,538
C E3=54,275	C E1/C E3	20	54,275	0,428	0,107	2,58	0,645
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E2=54,275	CT-2/C E2	57	162,825	3,684	0,921	3,684	0,921
C E4=54,275	C E2/C E4	31	108,55	1,336	0,334	5,02	1,255
C E5=54,275	C E4/C E5	10	54,275	0,216	0,054	5,236	1,309

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°3							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 240 mm²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C2=18,4	CT-3/C2	64	92	2,336	0,584	2,336	0,584
C4=18,4	C2/C4	113	73,6	3,304	0,826	5,64	1,41
C6=18,4	C4/C6	70	55,2	1,532	0,383	7,172	1,793
C8=18,4	C6/C8	70	36,8	1,02	0,255	8,192	2,048
C10=18,4	C8/C10	70	18,4	0,512	0,128	8,704	2,176
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 240 mm²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C1=18,4	CT-3/C1	31	92	1,132	0,283	1,132	0,283
C3=18,4	C1/C3	111	73,6	3,244	0,811	4,376	1,094
C5=18,4	C3/C5	70	55,2	1,532	0,383	5,908	1,477
C7=18,4	C5/C7	70	36,8	1,02	0,255	6,928	1,732
C9=18,4	C7/C9	70	18,4	0,512	0,128	7,44	1,86
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 240 mm²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E5=54,275	CT-3/C E5	34	108,55	1,464	0,366	1,464	0,366
C E6=54,275	C E5/C E6	15	54,275	0,32	0,08	1,784	0,446
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 240 mm²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E8=54,275	CT-3/C E8	34	162,825	2,2	0,55	2,2	0,55
C E9=54,275	C E8/C E9	10	108,55	0,428	0,107	2,628	0,657
C E7=54,275	C E9/C E7	25	54,275	0,536	0,134	3,164	0,791

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°4							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C1=18,4	CT-4/C1	34	139,955	2,88	0,72	2,88	0,72
C E6=84,755	C1/C E6	25	121,555	1,84	0,46	4,72	1,18
C2=18,4	C E6/C2	24	36,8	0,532	0,133	5,252	1,313
C3=18,4	C2/C3	38	18,4	0,424	0,106	5,676	1,419
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C9=18,4	CT-4/C9	29	110,4	1,936	0,484	1,936	0,484
C8=18,4	C9/C8	16	92	0,892	0,223	2,828	0,707
C7=18,4	C8/C7	37	73,6	1,648	0,412	4,476	1,119
C6=18,4	C7/C6	17	55,2	0,568	0,142	5,044	1,261
C5=18,4	C6/C5	39	36,8	0,868	0,217	5,912	1,478
C4=18,4	C5/C4	16	18,4	0,176	0,044	6,088	1,522
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C1=18,4	CT-4/C1	27	112,4	1,836	0,459	1,836	0,459
C2=18,4	C1/C2	20	94	1,136	0,284	2,972	0,743
C3=18,4	C2/C3	20	75,6	0,916	0,229	3,888	0,972
C4=18,4	C3/C4	20	57,2	0,692	0,173	4,58	1,145
C A14=2	C4/C A14	30	38,8	0,704	0,176	5,284	1,321
C5=18,4	C A14/C5	23	36,8	0,512	0,128	5,796	1,449
C6=18,4	C5/C6	21	18,4	0,232	0,058	6,028	1,507
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C11=18,4	CT-4/C11	30	94,5	1,716	0,429	1,716	0,429
C A15=2,5	C11/C A15	23	76,1	1,06	0,265	2,776	0,694
C10=18,4	C A15/C10	32	73,6	1,424	0,356	4,2	1,05
C9=18,4	C10/C9	20	55,2	0,668	0,167	4,868	1,217
C8=18,4	C9/C8	20	36,8	0,444	0,111	5,312	1,328
C7=18,4	C8/C7	20	18,4	0,22	0,055	5,532	1,383

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°5							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E14=101,905	CT-5/C E14	29	156,18	1,796	0,449	1,796	0,449
C E12=54,275	C E14/C E12	25	54,275	0,536	0,134	2,332	0,583
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C J2=13,4	CT-5/C J2	30	121,95	1,452	0,363	1,452	0,363
C E12=54,275	C J2/C E12	30	108,55	1,292	0,323	2,744	0,686
C E11=54,275	C E12/C E11	25	54,275	0,536	0,134	3,28	0,82
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 95 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C A113=1,5	CT-5/C A113	35	110,05	3,436	0,859	3,436	0,859
C E9=54,275	C A113/C E9	44	108,55	4,26	1,065	7,696	1,924
C E7=54,275	C E9/C E7	32	54,275	1,548	0,387	9,244	2,311
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 95 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E10=54,275	CT-5/C E10	71	108,55	6,872	1,718	6,872	1,718
C E8=54,275	C E10/C E8	33	54,275	1,596	0,399	8,468	2,117

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°6							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C A11=1,5	CT-6/C A11	66	93,5	3,736	0,934	3,736	0,934
C1=18,4	C A11/C1	11	92	0,612	0,153	4,348	1,087
C2=18,4	C1/C2	18	73,6	0,8	0,2	5,148	1,287
C3=18,4	C2/C3	18	55,2	0,6	0,15	5,748	1,437
C4=18,4	C3/C4	18	36,8	0,4	0,1	6,148	1,537
C5=18,4	C4/C5	18	18,4	0,2	0,05	6,348	1,587
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C11=18,4	CT-6/C11	20	110,4	1,336	0,334	1,336	0,334
C10=18,4	C11/C10	19	92	1,056	0,264	2,392	0,598
C9=18,4	C10/C9	19	73,6	0,844	0,211	3,236	0,809
C8=18,4	C9/C8	19	55,2	0,632	0,158	3,868	0,967
C7=18,4	C8/C7	19	36,8	0,424	0,106	4,292	1,073
C6=18,4	C7/C6	48	18,4	0,532	0,133	4,824	1,206
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C J3=4,8	CT-6/C J3	31	147,79	2,772	0,693	2,772	0,693
C E2=64,725	C J3/C E2	35	142,99	3,032	0,758	5,804	1,451
C E4=78,265	C E2/C E4	30	78,265	1,42	0,355	7,224	1,806
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C A12=1	CT-6/C A12	5	125,65	0,38	0,095	0,38	0,095
C E1=62,325	C A12/C E1	46	124,65	3,472	0,868	3,852	0,963
C E3=62,325	C E1/C E3	30	62,325	1,132	0,283	4,984	1,246

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°7							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E6=62,325	CT-7/C E6	36	124,65	1,78	0,445	1,78	0,445
C E5=62,325	C E6/C E5	15	62,325	0,368	0,092	2,148	0,537
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E2=54,275	CT-7/C E2	42	168,825	2,816	0,704	2,816	0,704
C E3=54,275	C E2/C E3	10	108,55	0,428	0,107	3,244	0,811
C E1=54,275	C E3/C E1	25	54,275	0,536	0,134	3,78	0,945
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E4=58,275	CT-7/C E4	54	112,55	2,412	0,603	2,412	0,603
C E6=54,275	C E4/C E6	33	54,275	0,712	0,178	3,124	0,781
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 240 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E5=54,275	CT-7/C E5	74	155,49	4,568	1,142	4,568	1,142
C E7=101,215	C E5/C E7	30	101,215	1,204	0,301	5,772	1,443

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°8							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 240 mm²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C15=18,4	CT-8/C15	87	92	3,18	0,795	3,18	0,795
C17=18,4	C15/C17	71	73,6	2,076	0,519	5,256	1,314
C16=18,4	C17/C16	36	55,2	0,788	0,197	6,044	1,511
C14=18,4	C16/C14	71	36,8	1,04	0,26	7,084	1,771
C13=18,4	C14/C13	37	18,4	0,268	0,067	7,352	1,838
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 240 mm²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C A110=1,25	CT-8/C A110	7	164,075	0,456	0,114	0,456	0,114
C E9=54,275	C A110/C E9	29	162,825	1,876	0,469	2,332	0,583
C E8=54,275	C E9/C E8	15	108,55	0,644	0,161	2,976	0,744
C E10=54,275	C E8/C E10	30	54,275	0,644	0,161	3,62	0,905
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 240 mm²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E12=54,275	CT-8/C E12	29	162,825	1,876	0,469	1,876	0,469
C E14=54,275	C E12/C E14	25	108,55	1,076	0,269	2,952	0,738
C E10=54,275	C E14/C E10	60	54,275	1,292	0,323	4,244	1,061
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 240 mm²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C E11=54,275	CT-8/C E11	13	108,55	0,56	0,14	0,56	0,14
C E13=54,275	C E11/C E13	25	54,275	0,536	0,134	1,096	0,274

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°9							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 150 mm²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C12=18,4	CT-9/C12	37	76,6	1,716	0,429	1,716	0,429
C11=18,4	C12/C11	51	58,2	1,796	0,449	3,512	0,878
C A11=3	C11/C A11	30	39,8	0,72	0,18	4,232	1,058
C1=18,4	C A11/C1	35	36,8	0,78	0,195	5,012	1,253
C2=18,4	C1/C2	31	18,4	0,344	0,086	5,356	1,339
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 150 mm²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C3=18,4	CT-9/C3	39	73,6	1,736	0,434	1,736	0,434
C5=18,4	C3/C5	62	55,2	2,072	0,518	3,808	0,952
C6=18,4	C5/C6	31	36,8	0,688	0,172	4,496	1,124
C4=18,4	C6/C4	62	18,4	0,688	0,172	5,184	1,296
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 95 mm²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C1=18,4	CT-9/C1	26	73,6	1,704	0,426	1,704	0,426
C2=18,4	C1/C2	48	55,2	2,364	0,591	4,068	1,017
C3=18,4	C2/C3	24	36,8	0,788	0,197	4,856	1,214
C4=18,4	C3/C4	19	18,4	0,312	0,078	5,168	1,292
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 95 mm²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C6=18,4	CT-9/C6	37	41,05	1,352	0,338	1,352	0,338
C A19=1,75	C6/C A19	42	22,65	0,848	0,212	2,2	0,55
C A13=2,5	C A19/C A13	46	20,9	0,856	0,214	3,056	0,764
C5=18,4	C A13/C5	29	18,4	0,476	0,119	3,532	0,883

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CENTRO DE TRANSFORMACION N°10							
ANILLO 1-RAMA 1: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C EQ1=67	CT-10/C EQ1	67	134	5,436	1,359	5,436	1,359
C EQ3=67	C EQ1/C EQ3	75	67	3,044	0,761	8,48	2,12
ANILLO 1-RAMA 2: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C EQ2=67,5	CT-10/C EQ2	106	71	4,556	1,139	4,556	1,139
C A16=2,25	C EQ2/C A16	73	3,5	0,152	0,038	4,708	1,177
C A18=1,25	C A16/C A18	12	1,25	0,008	0,002	4,716	1,179
ANILLO 2-RAMA 1: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C12=18,4	CT-10/C12	26	55,2	0,868	0,217	0,868	0,217
C10=18,4	C12/C10	61	36,8	1,36	0,34	2,228	0,557
C8=18,4	C10/C8	61	18,4	0,68	0,17	2,908	0,727
ANILLO 2-RAMA 2: Sección de 150 mm ²							
Potencia en cada punto del anillo (kw)	Tramo	Longitud (m)	Potencia (kw)	ΔU en el tramo (V)	%ΔU en el tramo	ΔU acumulada (V)	%ΔU acumulada
C11=18,4	CT-10/C11	56	75,2	2,548	0,637	2,548	0,637
C9=18,4	C11/C9	61	56,8	2,096	0,524	4,644	1,161
C7=18,4	C9/C7	61	38,4	1,416	0,354	6,06	1,515
C A17=2	C7/C A17	32	20	0,388	0,097	6,448	1,612
C J1=18	C A17/C J1	10	18	0,108	0,027	6,556	1,639

2.2.- Red de Media Tensión.

2.2.1.- Cálculos eléctricos.

2.2.1.1.- Previsión de Potencia.

La Línea Subterránea de Media Tensión tendrá que alimentar a los 10 Centros de Transformación cada uno con una potencia de 400 kVA, por lo tanto los cálculos se harán respecto a una previsión de potencia de 4000 kVA.

2.2.1.2.- Intensidad y densidad de corriente.

La intensidad de corriente que circulará por la línea que se derivará para conectar con el Centro de Transformación será de:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{4000}{\sqrt{3} \cdot 20} = 115,47 \text{ A}$$

$S = \text{Potencia aparente en kVA}$

$U = \text{Tensión en kV}$

Por lo tanto de acuerdo con la intensidad que pasará por el conductor y los tipos de cables a utilizar por Iberdrola, escogeremos el conductor de sección 240 mm² que nos admite una intensidad máxima de 365 A.

La densidad de corriente que circulará por el conductor escogido para la L.S.M.T. será de:

$$\delta = \frac{\text{Intensidad}}{\text{Sección}} = \frac{115,47}{240} = 0,481 \text{ A/mm}^2$$

A continuación realizaremos el cálculo de las intensidades que circularán por el anillo de media tensión que enlaza los centros de transformación. Para ello necesitamos los valores de resistencia y reactancia del cable que vamos a usar:

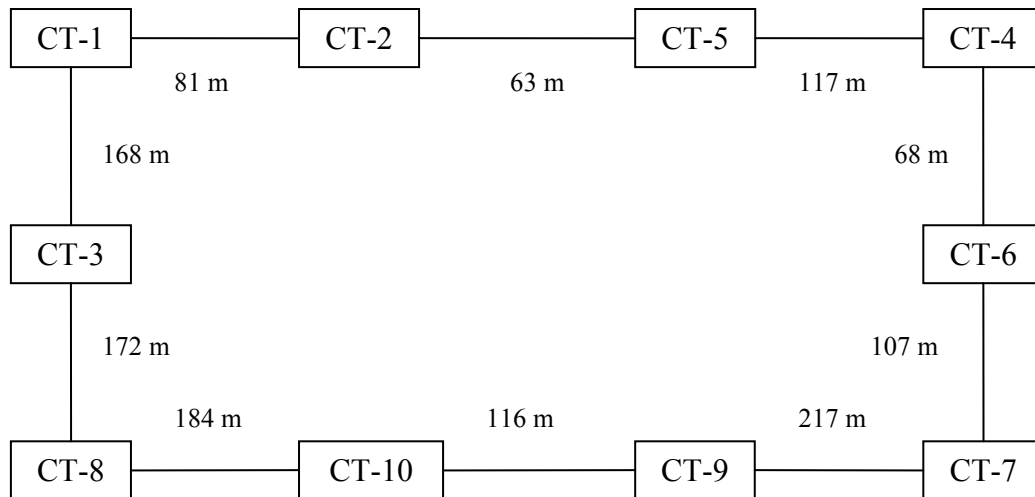
$$\text{Conductor HEPRZ1 Al } 240 \text{ mm}^2 : R = 0,169 \text{ } \Omega/\text{km} \quad ; \quad X = 0,105 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Las condiciones de instalación del conductor serán:

- Terna de cables unipolares.
- Directamente enterrado.
- Profundidad de instalación 1 metro.
- Resistividad térmica del terreno 1 K.m/W.
- Temperatura del terreno de 25°C.

El Centro de transformación principal en donde empieza y termina el anillo será el CT-1.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

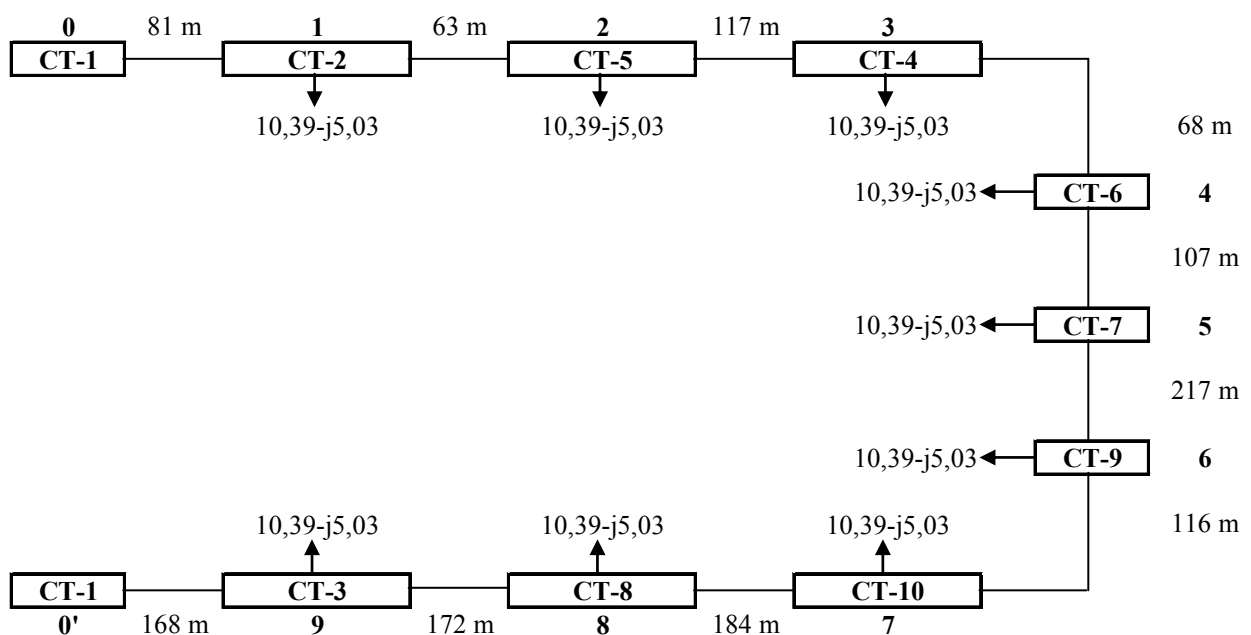


Las características de cada centro de transformación son:

$$S = 400 \text{ kVA} ; \cos \varphi = 0,9 ; U = 20 \text{ kV} / 400 - 230 \text{ V}$$

$$I = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20} = 11,55 \text{ A} ; \cos \varphi = 0,9 \rightarrow \varphi = -25,84^\circ$$

$$I = 10,39 - j5,03 \text{ A}$$



Para el cálculo de las intensidades I_x e I_y utilizamos las siguientes expresiones:

$$I_x = \sum I - I_y \quad ; \quad I_y = \frac{\sum (Z \cdot I)_0}{Z_T}$$

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

TRAMO	IMPEDANCIA $Z=R+jX$ (Ω)
0→1	0,013+j0,008
0→2	0,023+j0,014
0→3	0,044+j0,027
0→4	0,055+j0,034
0→5	0,073+j0,045
0→6	0,110+j0,068
0→7	0,129+j0,080
0→8	0,160+j0,099
0→9	0,189+j0,117
0→0'	0,218+j0,135

Tabla 2.9: Impedancia en cada tramo del anillo de MT.

$$I_y = 42,29 \angle -25,86^\circ = 38,05 - j18,44 \text{ A} \quad ; \quad I_x = 61,6 \angle -25,81^\circ = 55,46 - j26,83 \text{ A}$$

Ahora determinamos el punto de mínima tensión del anillo:

$$I_{01} = I_x = 55,46 - j26,83 \text{ A}$$

$$I_{12} = I_{01} - I_1 = 45,07 - j21,8 \text{ A}$$

$$I_{23} = I_{12} - I_2 = 34,68 - j16,77 \text{ A}$$

$$I_{34} = I_{23} - I_3 = 24,29 - j11,74 \text{ A}$$

$$I_{45} = I_{34} - I_4 = 13,9 - j6,71 \text{ A}$$

$$I_{56} = I_{45} - I_5 = 3,51 - j1,68 \text{ A}$$

$$I_{67} = I_{56} - I_6 = -6,88 + j3,35 \text{ A} \rightarrow \text{punto de mínima tensión en 6}$$

Dividimos éste en dos ramas y calculamos la intensidad que circula por cada una de ellas y su densidad de corriente:

- Para la rama 1 (desde el punto 0 hasta el 6):

$$I = \frac{6 \times 400}{\sqrt{3} \cdot 20} = 69,28 \text{ A} \quad ; \quad \text{no se utilizan f.d.c. } I_{\max} = 365 > 69,28 \text{ A}$$

$$\delta = \frac{69,28}{240} = 0,288 \text{ A/mm}^2$$

- Para la rama 2 (desde el punto 0' hasta el 6):

$$I = \frac{4 \times 400}{\sqrt{3} \cdot 20} = 46,18 \text{ A} \quad ; \quad \text{utilizamos de f.d.c. } \left\{ \begin{array}{l} \text{dist. entre cables } 0,2 \text{ m} \\ 2 \text{ ternas de cables} \end{array} \right\} = 0,82$$

$$I_{adm} = 365 \times 0,82 = 299,3 > 46,18 \text{ A}$$

$$\delta = \frac{46,18}{240} = 0,192 \text{ A/mm}^2$$

2.2.1.3.- Reactancia.

El conductor a utilizar VULPREN HEPRZ1 Al H-16 de 240 mm² de sección posee un valor de reactancia de 0,105 Ω/km.

2.2.1.4.- Caída de Tensión.

Una vez calculadas las intensidades que pasarán por los conductores, tanto en el tramo de unión que pasamos la línea de aérea a subterránea como en el anillo, nos dispondremos a efectuar el cálculo de las caídas de tensión para comprobar que cumplen con las máximas reglamentarias.

a) Entronque aéreo-subterráneo hasta CT-1.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi) = \sqrt{3} \cdot 115,47 \cdot 0,139 \cdot (0,169 \cdot 0,9 + 0,105 \cdot 0,43) = 5,48 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{5,48 \cdot 100}{20.000} = 0,0274\% < 5\% \text{ según Iberdrola}$$

b) Anillo de Media Tensión.

b.1) Rama 1:

Punto del anillo	Suma de potencias en cada punto del anillo		
	S (kVA)	P (kW)	Q (kVAr)
1	2.400	2.160	1.043,13
2	2.000	1.800	871,78
3	1.600	1.440	697,42
4	1.200	1.080	523,06
5	800	720	348,71
6	400	360	174,35

$$P = S \cdot \cos \varphi \quad ; \quad Q = P \cdot \tan \varphi$$

$$\Delta U = \frac{1}{U_N} \cdot \sum (R_{tramo} \cdot P + X_{tramo} \cdot Q) = 7,532 \text{ V} \quad ; \quad \% \Delta U = \frac{100 \cdot 7,532}{20.000} = 0,0376\%$$

b.2) Rama 2:

Punto del anillo	Suma de potencias en cada punto del anillo		
	S (kVA)	P (kW)	Q (kVAr)
9	1.600	1.440	697,42
8	1.200	1.080	523,06
7	800	720	348,71
6	400	360	174,35

$$P = S \cdot \cos \varphi \quad ; \quad Q = P \cdot \tan \varphi$$

$$\Delta U = \frac{1}{U_N} \cdot \sum (R_{tramo} \cdot P + X_{tramo} \cdot Q) = 6,616 \text{ V} \quad ; \quad \% \Delta U = \frac{100 \cdot 6,616}{20.000} = 0,033 \%$$

2.2.1.5.- Otras características eléctricas.

a) Entronque aéreo-subterráneo hasta CT-1.

- Capacidad de transporte de la línea.

$$P \times L = \frac{U^2}{100 \times (R + X \cdot \tan \varphi)} \times \% \Delta U_{\max} = \frac{20^2}{100 \times (0,169 + 0,105 \cdot 0,484)} \times 5 = 90,98 \text{ MW} \cdot \text{km}$$

- Potencia máxima de transporte.

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{90,98}{0,139} = 654,53 \text{ MW}$$

- Intensidad admisible en cortocircuito con una S_{cc} de 500 MVA.

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{500 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 20} = 14,43 \text{ kA}$$

El conductor HEPRZ1 de 240 mm^2 con duración del cortocircuito $t = 0,5 \text{ seg}$ aguanta hasta $31,9 \text{ kA} > 14,43 \text{ kA}$.

b) Anillo de Media Tensión.

b.1) Rama 1:

La capacidad de transporte y la intensidad admisible en cortocircuito son las mismas que en el caso anterior.

- Potencia máxima de transporte.

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{90,98}{0,653} = 139,32 \text{ MW}$$

b.2) Rama 2:

La capacidad de transporte y la intensidad admisible en cortocircuito son las mismas que en el caso anterior.

- Potencia máxima de transporte.

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{90,98}{0,640} = 142,15 \text{ MW}$$

2.2.1.6.- Tablas resultado de cálculos.

a) Entronque aéreo-subterráneo hasta CT-1.

Tipo de conductor:	HEPRZ1 12/20 kV 3(1x240 mm²) Al
Intensidad de corriente:	115,47 A
Resistencia:	0,169 Ω/km
Reactancia:	0,105 Ω/km
Longitud:	139 m
Caída de tensión:	5,48 V
% Caída de tensión:	0,0274 %
Capacidad de transporte:	90,98 MW·km
Potencia máx. de transporte:	654,53 MW
Intensidad adm. cortocircuito:	14,43 kA (t = 0,5 seg)

b) Anillo de Media Tensión.

Tipo de conductor:	HEPRZ1 12/20 kV 3(1x240 mm²) Al
Intensidad de corriente (Ix):	61,6 A
Intensidad de corriente (Iy):	42,29 A
Resistencia:	0,169 Ω/km
Reactancia:	0,105 Ω/km
Longitud:	1.293 m
Intensidad adm. cortocircuito:	14,43 kA (t = 0,5 seg)

CAIDAS DE TENSION			
Rama 1			
Tramo	Longitud (m)	ΔU tramo (V)	ΔU acumulada (V)
CT1→CT2	81	1,923	1,923
CT2→CT5	63	1,246	3,169
CT5→CT4	117	1,852	5,021
CT4→CT6	68	0,807	5,828
CT6→CT7	107	0,846	6,674
CT7→CT9	217	0,858	7,532
Rama 2			
Tramo	Longitud (m)	ΔU tramo (V)	ΔU acumulada (V)
CT1→CT3	168	2,659	2,659
CT3→CT8	172	2,042	4,701
CT8→CT10	184	1,456	6,157
CT10→CT9	116	0,459	6,616

2.2.1.7.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación ó reducción.

No procede.

2.3.- Centros de Transformación.

2.3.1.- Intensidad de Media Tensión.

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.1.a)$$

donde:

P = potencia del transformador (kVA)

U_p = tensión en el primario (kV)

I_p = intensidad en el primario (A)

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para cada transformador de los Centros de Transformación, la potencia es de 400 kVA, por lo tanto:

$$I_p = 11,5 \text{ A}$$

2.3.2.- Intensidad de Baja Tensión.

Para cada transformador de los Centros de Transformación, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

P = potencia del transformador (kVA)

U_s = tensión en el secundario (kV)

I_s = intensidad en el secundario (A)

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor:

$$I_s = 549,9 \text{ A.}$$

2.3.3.- Cortocircuitos.

2.3.3.1.- Observaciones.

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

2.3.3.2.- Cálculo de las corrientes de cortocircuito.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.3.2.a)$$

donde:

S_{cc} = potencia de cortocircuito de la red (MVA)

U_p = tensión de servicio (kV)

I_{ccp} = corriente de cortocircuito (kA)

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.3.2.b)$$

donde:

P = potencia del transformador (kVA)

E_{cc} = tensión de cortocircuito del transformador (%)

U_s = tensión en el secundario (V)

I_{ccs} = corriente de cortocircuito (kA)

2.3.3.3.- Cortocircuito en el lado de Media Tensión.

Utilizando la expresión 2.3.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 500 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{ccp} = 14,4 \text{ kA}$$

2.3.3.4.- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Para cada transformador de los Centros de Transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de Baja Tensión con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.3.2.b:

$$I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$$

2.3.4.- Selección de fusibles de media y baja tensión.

Los fusibles de media tensión vienen ya incorporados de fábrica en las respectivas celdas de MT, mientras que los fusibles de baja tensión, serán seleccionados en función de la intensidad nominal a circular por los anillos y la distancia a cubrir por estos, serán del tipo NH gL/gG.

En la siguiente tabla se muestra que fusible se tiene que incorporar a cada salida del cuadro de BT:

CT N°			In Fusible (A)
1	Anillo 1	Rama 1	200
		Rama 2	125
	Anillo 2	Rama 1	200
		Rama 2	200
2	Anillo 1	Rama 1	250
		Rama 2	200
	Anillo 2	Rama 1	200
		Rama 2	315
3	Anillo 1	Rama 1	160
		Rama 2	160
	Anillo 2	Rama 1	200
		Rama 2	315
4	Anillo 1	Rama 1	250
		Rama 2	200
	Anillo 2	Rama 1	200
		Rama 2	160
5	Anillo 1	Rama 1	315
		Rama 2	200
	Anillo 2	Rama 1	200
		Rama 2	200

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

CT N°			In Fusible (A)
6	Anillo 1	Rama 1	160
		Rama 2	200
	Anillo 2	Rama 1	250
		Rama 2	250
7	Anillo 1	Rama 1	250
		Rama 2	315
	Anillo 2	Rama 1	200
		Rama 2	315
8	Anillo 1	Rama 1	160
		Rama 2	315
	Anillo 2	Rama 1	315
		Rama 2	200
9	Anillo 1	Rama 1	160
		Rama 2	125
	Anillo 2	Rama 1	125
		Rama 2	100
10	Anillo 1	Rama 1	250
		Rama 2	125
	Anillo 2	Rama 1	100
		Rama 2	125

2.3.5.- Dimensionado del embarrado.

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

2.3.5.1.- Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

2.3.5.2.- Comprobación por solicitud electrodinámica.

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc(din)} = 36,1 \text{ kA}$$

2.3.5.3.- Comprobación por solicitud térmica.

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 14,4 \text{ kA.}$$

2.3.6.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador:

La protección en Media Tensión de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

Termómetro:

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

Protecciones en BT:

Las salidas de Baja Tensión cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.3.4.

2.3.7.- Dimensionado de los puentes de MT.

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Transformador:

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm² de Al según el fabricante.

2.3.8.- Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_{\gamma} = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}} \quad (2.3.8.a)$$

donde:

W_{cu} = pérdidas en el cobre del transformador (kW)

W_{fe} = pérdidas en el hierro del transformador (kW)

K = coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada (aproximadamente entre 0,35 y 0,40)

h = distancia vertical entre rejillas de entrada y salida (m)

ΔT = aumento de temperatura del aire (°C)

S_{γ} = superficie mínima de las rejillas de entrada

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios Prefabricados de ORMAZABAL, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1.000 kVA.
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1.600 kVA.

2.3.9.- Dimensionado del pozo apagafuegos.

Edificio de Transformación: *PFU-4/20*

Al no haber transformadores de aceite como refrigerante, no es necesaria la existencia de pozos apagafuegos.

Edificio de Transformación: *miniBLOK - 24*

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 400 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

2.3.10.- Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.

2.3.10.1.- Descripción de las características del suelo.

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 $\Omega \cdot m$.

2.3.10.2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En las instalaciones de Media Tensión de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

2.3.10.3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra.

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

2.3.10.4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Características de la red de alimentación:

Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

$V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

Características del terreno:

Resistencia de tierra $R_o = 150 \Omega \cdot \text{m}$

Resistencia del hormigón $R'_{o} = 3000 \Omega \cdot \text{m}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.3.10.4.a)$$

donde:

I_d = intensidad de falta a tierra (A)

R_t = resistencia total de puesta a tierra (Ω)

V_{bt} = tensión de aislamiento en baja tensión (V)

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.3.10.4.b)$$

donde:

I_{dm} = limitación de la intensidad de falta a tierra (A)

I_d = intensidad de falta a tierra (A)

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 500 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 20 \Omega$$

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_0} \quad (2.3.10.4.c)$$

donde:

R_t = resistencia total de puesta a tierra (Ω)

R_0 = resistividad del terreno en ($\Omega \cdot m$)

K_r = coeficiente del electrodo

- Centros de transformación:

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados, $K_r \Rightarrow 0,1333$

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- | | |
|---|---------------------------|
| - Configuración seleccionada: | 50-25/5/42 |
| - Geometría del sistema: | Anillo rectangular |
| - Distancia de la red: | 5.0x2.5 m |
| - Profundidad del electrodo horizontal: | 0,5 m |
| - Número de picas: | cuatro |
| - Longitud de las picas: | 2 metros |

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,097$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0221$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0483$

Edificio de Transformación: **miniBLOK - 24**

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- | | |
|---|---------------------------|
| - Configuración seleccionada: | 30-30/5/42 |
| - Geometría del sistema: | Anillo rectangular |
| - Distancia de la red: | 3.0x3.0 m |
| - Profundidad del electrodo horizontal: | 0,5 m |
| - Número de picas: | cuatro |
| - Longitud de las picas: | 2 metros |

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,11$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0258$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0563$

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.
- En el caso del edificio de transformación, además de lo anterior se colocará alrededor del edificio de maniobra exterior una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_0 \quad (2.3.10.4.d)$$

donde:

K_r = coeficiente del electrodo

R_0 = resistividad del terreno en ($\Omega \cdot m$)

R'_t = resistencia total de puesta a tierra (Ω)

Por lo que para los centros de transformación:

Edificio de Transformación: **PFU-4/20** $\rightarrow R'_t = 14,55 \Omega$

Edificio de Transformación: **miniBLOK – 24** $\rightarrow R'_t = 16,5 \Omega$

Y la intensidad de defecto real para ambos tipos de Centros de Transformación, tal y como indica la fórmula (2.3.10.4.b):

$$I'd = 500 \text{ A}$$

2.3.10.5.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.3.10.5.a)$$

donde:

R'_t = resistencia total de puesta a tierra (Ω)

I'_d = intensidad de defecto (A)

V'_d = tensión de defecto (V)

Por lo que para cada tipo de Centro de Transformación:

Edificio de Transformación: **PFU-4/20** $\rightarrow V'_d = 7.275 \text{ V}$

Edificio de Transformación: **miniBLOK – 24** $\rightarrow V'_d = 8.250 \text{ V}$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_0 \cdot I'_d \quad (2.3.10.5.b)$$

donde:

K_c = coeficiente

R_0 = resistividad del terreno en ($\Omega \cdot m$)

I'_d = intensidad de defecto (A)

V'_c = tensión de paso en el acceso (V)

Por lo que tendremos en los Centros de Transformación:

Edificio de Transformación: **PFU-4/20** $\rightarrow V'_c = 3.622,5 \text{ V}$

Edificio de Transformación: **miniBLOK – 24** $\rightarrow V'_c = 4.222,5 \text{ V}$

2.3.10.6.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_0 \cdot I'_d \quad (2.3.10.6.a)$$

donde:

K_p = coeficiente

R_0 = resistividad del terreno en ($\Omega \cdot m$)

I'_d = intensidad de defecto (A)

V'_p = tensión de paso en el exterior (V)

Por lo que para los distintos casos:

Edificio de Transformación: **PFU-4/20** $\rightarrow V'_p = 1.657,5 \text{ V}$

Edificio de Transformación: **miniBLOK – 24** $\rightarrow V'_p = 1.935 \text{ V}$

2.3.10.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas.

En los Centros de Transformación, los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- $t = 0,7 \text{ seg}$
- $K = 72$
- $n = 1$

La tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_0}{1.000} \right) \quad (2.3.10.7.a)$$

donde:

K = coeficiente

t = tiempo total de duración de la falta (seg)

n = coeficiente

R_0 = resistividad del terreno en ($\Omega \cdot m$)

V_p = tensión admisible de paso en el exterior (V)

Por lo que, para ambos casos:

$$V_p = 1.954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_0 + 3 \cdot R'_0}{1.000} \right) \quad (2.3.10.7.b)$$

donde:

K = coeficiente

t = tiempo total de duración de la falta (seg)

n = coeficiente

R_0 = resistividad del terreno en ($\Omega \cdot m$)

R'_0 = resistividad del hormigón en ($\Omega \cdot m$)

$V_{p(acc)}$ = tensión admisible de paso en el acceso (V)

Por lo que, para ambos casos:

$$V_{p(acc)} = 10.748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

$$V'_p = 1.657,5 \text{ V} < V_p = 1.954,29 \text{ V}$$

Edificio de Transformación: **miniBLOK – 24**

$$V'_p = 1.935 \text{ V} < V_p = 1.954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

$$V'_{p(acc)} = 3.622,5 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10.748,57 \text{ V}$$

Edificio de Transformación: **miniBLOK – 24**

$$V'_{p(acc)} = 4.222,5 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10.748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

$$V'_d = 7.275 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Edificio de Transformación: **miniBLOK – 24**

$$V'_d = 8.250 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$

Edificio de Transformación: **miniBLOK – 24**

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$

2.3.10.8.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación ó reducción.

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1.000V.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1.000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_0 \cdot I'_d}{2.000 \cdot \pi} \quad (2.3.10.8.a)$$

donde:

R_0 = resistividad del terreno en ($\Omega \cdot m$)

I'_d = intensidad de defecto (A)

D = distancia mínima de separación (m)

Para ambos Centros de Transformación:

$$D = 11,94 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación:	8/22 (según método UNESA)
- Geometría:	Picas alineadas
- Número de picas:	dos
- Longitud entre picas:	2 metros
- Profundidad de las picas:	0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,194$
- $K_c = 0,0253$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_0 = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \Omega$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " K_r " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

Firmado:

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad

Antonio Rubio Robles

D.N.I.: 48509280-A

Cartagena, 14 de Septiembre de 2009

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL

PLIEGO DE CONDICIONES



Proyecto Fin de Carrera realizado por:

Antonio Rubio Robles

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad

Tutores de Proyecto: Juan José Portero Rodríguez, Alfredo Conesa Tejerina

Curso 2008/2009

PLIEGO DE CONDICIONES

Indice

3.- Pliego de Condiciones

3.1.- Condiciones generales.....	4
3.1.1.- Alcance.....	4
3.1.2.- Reglamentos y normas.....	4
3.1.3.- Disposiciones generales.....	4
3.1.4.- Ejecución de las obras.....	4
3.1.4.1.- Comienzo.....	4
3.1.4.2.- Ejecución.....	5
3.1.4.3.- Libro de órdenes.....	5
3.1.5.- Interpretación y desarrollo del proyecto.....	5
3.1.6.- Obras complementarias.....	6
3.1.7.- Modificaciones.....	6
3.1.8.- Obra defectuosa.....	6
3.1.9.- Medios auxiliares.....	6
3.1.10.- Conservación de las obras.....	6
3.1.11.- Recepción de las obras.....	7
3.1.11.1.- Recepción provisional.....	7
3.1.11.2.- Plazo de garantía.....	7
3.1.11.3.- Recepción definitiva.....	7
3.1.12.- Contratación de la empresa.....	7
3.1.12.1.- Modo de contratación.....	7
3.1.12.2.- Presentación.....	7
3.1.12.3.- Selección.....	7
3.1.13.- Fianza.....	8
3.1.14.- Condiciones económicas.....	8
3.1.14.1.- Abono de la obra.....	8
3.1.14.2.- Precios.....	8
3.1.14.3.- Revisión de precios.....	9
3.1.14.4.- Penalizaciones.....	9
3.1.14.5.- Contrato.....	9
3.1.14.6.- Responsabilidades.....	9
3.1.14.7.- Rescisión del contrato.....	10
3.1.14.8.- Liquidación.....	10
3.1.15.- Condiciones facultativas.....	10
3.1.15.1.- Normas a seguir.....	10
3.1.15.2.- Personal.....	10
3.2.- Red de Baja Tensión.....	11
3.2.1.- Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.....	11
3.2.1.1.- Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.....	11
3.2.1.1.1.- Tendido de los cables.....	13
3.2.1.1.2.- Protección mecánica y de sobreintensidad.....	14
3.2.1.1.3.- Señalización.....	15
3.2.1.1.4.- Empalmes y terminales.....	15
3.2.1.1.5.- Cajas generales de protección (CGP).....	16

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

3.2.1.1.6.- Cajas generales de protección y medida (CPM).....	17
3.2.1.1.7.- Armarios de distribución.....	18
3.2.1.2.- Accesorios.....	18
3.2.1.3.- Medidas eléctricas.....	19
3.2.1.4.- Obra civil.....	19
3.2.1.5.- Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.....	19
3.2.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.....	24
3.2.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.....	25
3.2.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	26
3.2.5.- Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores, de mantenedores y/o de organismos de control.....	26
3.3.- Red de Media Tensión.....	27
3.3.1.- Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.....	27
3.3.1.1.- Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.....	27
3.3.1.1.1.- Tendido de los cables.....	28
3.3.1.1.1.1.- Manejo y preparación de bobinas.....	28
3.3.1.1.1.2.- Tendido de cables en zanja.....	29
3.3.1.1.1.3.- Tendido de cables en tubulares.....	30
3.3.1.1.2.- Empalmes.....	31
3.3.1.1.3.- Terminales.....	31
3.3.1.1.4.- Transporte de bobinas de cables.....	32
3.3.1.2.- Accesorios.....	32
3.3.1.3.- Obra civil.....	32
3.3.1.4.- Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, paralelismos, señalización y acabado.....	32
3.3.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.....	34
3.4.- Centros de Transformación.....	35
3.4.1.- Calidades de los materiales.....	35
3.4.1.1.- Obra civil.....	35
3.4.1.2.- Aparata de Media Tensión.....	35
3.4.1.3.- Transformadores.....	36
3.4.1.4.- Equipos de medida.....	36
3.4.2.- Normas de ejecución de las instalaciones.....	37
3.4.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.....	37
3.4.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	37
3.4.5.- Certificados y documentación.....	38
3.4.6.- Libro de órdenes.....	38

3.- Pliego de Condiciones.

3.1.- Condiciones generales.

3.1.1.- Alcance.

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica de la red de media y baja tensión, además de la instalación de los centros de transformación.

El alcance del trabajo del contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición e instalación del trabajo.

3.1.2.- Reglamentos y normas.

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal.

Se adaptarán además a las condiciones particulares impuestas por la empresa distribuidora de energía eléctrica.

3.1.3.- Disposiciones generales.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según el orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

3.1.4.- Ejecución de las obras.

3.1.4.1.- Comienzo.

El Contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de su firma.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

3.1.4.2.- Ejecución.

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo ulterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

3.1.4.3.- Libro de órdenes.

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Ordenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le de por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

3.1.5.- Interpretación y desarrollo del proyecto.

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director. El Contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El Contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El Contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aún cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El Contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por éste.

3.1.6.- Obras complementarias.

El Contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

3.1.7.- Modificaciones.

El Contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del Proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo a los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista y que ha sido tomado como base del contrato. El Técnico Director de obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

3.1.8.- Obra defectuosa.

Cuando el Contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

3.1.9.- Medios auxiliares.

Serán de cuenta del Contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisos para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección de sus operarios.

3.1.10.- Conservación de obras.

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

3.1.11.- Recepción de las obras.

3.1.11.1.- Recepción provisional.

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitida.

De no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional.

3.1.11.2.- Plazo de garantía.

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien en el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha.

Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

3.1.11.3.- Recepción definitiva.

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional.

A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras, si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

3.1.12.- Contratación de la empresa.

3.1.12.1.- Modo de contratación.

El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa escogida por concurso o subasta.

3.1.12.2.- Presentación.

Las empresas seleccionadas para dicho concurso deberán presentar sus proyectos en sobre lacrado, antes del 30 de Octubre del 2009 en el domicilio del propietario.

3.1.12.3.- Selección.

La empresa escogida será anunciada la semana siguiente a la conclusión del plazo de entrega. Dicha empresa será escogida de mutuo acuerdo con el propietario y el director de la obra, sin posible reclamación por parte de las otras empresas concursantes.

3.1.13.- Fianza.

En el contrato se establecerá la fianza que el Contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

De no estipularse la fianza en el contrato se entiende que se adopta como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

3.1.14.- Condiciones económicas.

3.1.14.1.- Abono de la obra.

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que pueden establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

3.1.14.2.- Precios.

El Contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

3.1.14.3.- Revisión de precios.

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

3.1.14.4.- Penalizaciones.

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

3.1.14.5.- Contrato.

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el Contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

3.1.14.6.- Responsabilidades.

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Proyecto y el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El Contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.

También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

3.1.14.7.- Rescisión del contrato.

Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- **Primera:** muerte o incapacidad del Contratista.
- **Segunda:** la quiebra del Contratista.
- **Tercera:** modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
- **Cuarta:** modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- **Quinta:** la no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- **Sexta:** la suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
- **Séptima:** incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique mala fe.
- **Octava:** terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- **Novena:** actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- **Décima:** destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

3.1.14.8.- Liquidación.

Siempre que se rescinda el contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

3.1.15.- Condiciones facultativas.

3.1.15.1.- Normas a seguir.

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento electrotécnico de baja tensión e instrucciones complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del comité electrotécnico internacional (CEI).
- Plan nacional y ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.
- Normas de la compañía suministradora (IBERDROLA).
- Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.

3.1.15.2.- Personal.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

3.2.- Red de Baja Tensión.

3.2.1.- Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

3.2.1.1.- Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipos RV, de las características siguientes:

- Cable tipo RV:

Conductor.....	Aluminio
Secciones.....	50 - 95 - 150 y 240 mm²
Tensión asignada.....	0,6/1 kV
Aislamiento.....	Polietileno reticulado
Cubierta.....	PVC

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para fase y uno para neutro.

Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

La utilización de las diferentes secciones será la siguiente:

- las secciones de 150 mm^2 y 240 mm^2 se utilizarán en la red subterránea de distribución en BT y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT.
- la sección de 95 mm^2 , se utilizará como neutro de la sección de 150 mm^2 línea de derivación de la red general y acometidas.
- la sección de 50 mm^2 , solo se utilizará como neutro de la sección de 95 mm^2 y acometidas individuales.

Los tipos normalizados y las características esenciales son los que figuran en la tabla 3.1:

Tipo constructivo	Tensión nominal kV	Sección mm^2	Nº mínimo alambres	Suministro Long $\pm 2\%$ m	Tipo bobina UNE 21 167-1	Código
RV	0,6/1	1 x 50	6	1600	10	5631225
		1 x 95	15	950	10	5631235
		1 x 150	15	1100	12	5631245
		1 x 240	30	750	12	5631255

Tabla 3.1: Tipos normalizados y características esenciales.

La constitución del cable (ver figura 1) será la siguiente:

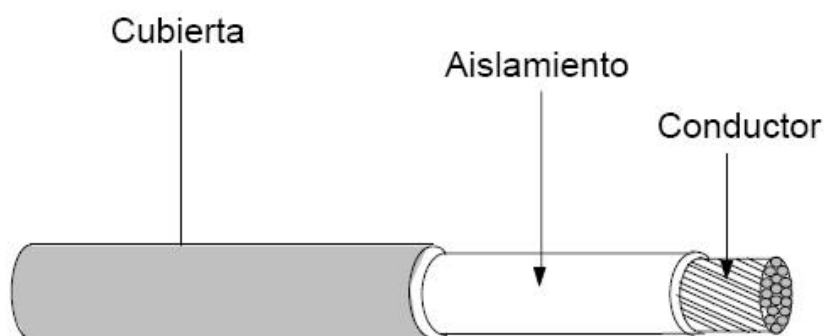


Figura 1: Constitución del cable.

Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante.
- Designación completa.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Indicación de calidad concertada (cuando la tenga).

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

3.2.1.1.1.- Tendido de los cables.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada, sujeta por barras y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

El desenrollado del conductor se realizará de forma que éste salga por la parte superior de la bobina.

El fondo de la zanja deberá estar cubierto en toda su longitud con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, antes de proceder al tendido de los cables.

Los cables deben de ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc..., y teniendo en cuenta siempre que el radio de curvatura en el tendido de los mismos, aunque sea accidentalmente, no debe ser inferior a 20 veces su diámetro.

Para la coordinación de movimientos de tendido se dispondrá de personal y los medios de comunicación adecuados.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe exceder de 3 kg/mm². Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispuestos sobre el fondo de la zanja, para evitar el rozamiento del cable con el terreno.

Durante el tendido, se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras.

En las curvas, se tomarán las medidas oportunas para evitar rozamientos laterales de cable. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles, deberá hacerse siempre a mano.

Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja y siempre sobre rodillos.

No se dejarán nunca los cables tendidos en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlos con la capa de arena fina y la protección de la placa.

En todo momento, las puntas de los cables deberán estar selladas mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizadas para impedir los efectos de la humedad, no dejándose los extremos de los cables en la zanja sin haber asegurado antes la buena estanqueidad de los mismos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 50 cm.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido. Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería a dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación.

Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, evitando la dispersión de los mismos por efecto de las corrientes de cortocircuito o dilataciones.

Antes de pasar el cable por una canalización entubada, se limpiará la misma para evitar que queden salientes que puedan dañarlos.

En las entradas de los tubulares se evitará que el cable roce el borde de los mismos.

Para los cruces de calles y carreteras:

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

3.2.1.1.2.- Protección mecánica y de sobreintensidad.

Protección mecánica:

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas en eventuales trabajos de excavación.

Para señalar la existencia de las mismas y protegerlas, a la vez, se colocará encima de la capa de arena, una placa de protección o tubo.

La anchura se incrementará hasta cubrir todas las cuaternas en caso de haber más de una.

Protección de sobreintensidad:

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas, mediante fusibles de la clase gG se indica en el siguiente cuadro la intensidad nominal del mismo:

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Cuando se prevea la protección de conductor por fusibles contra cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente protege y que se indica en el siguiente cuadro en metros.

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

(1) Calculadas con una impedancia a 90°C del conductor de fase y neutro.

NOTA: Estas longitudes se consideran partiendo del cuadro de BT del centro de transformación.

3.2.1.1.3.- Señalización.

Todo conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención, de acuerdo con la RU 0205, colocada a 40 cm aproximadamente, por encima de la placa de protección. Cuando en la misma zanja existan líneas de tensión diferente (Baja y Media Tensión), en diferentes planos verticales, debe colocarse dicha cinta encima de cada conducción.

3.2.1.1.4.- Empalmes y terminales.

Para la confección de empalmes y terminales se seguirán los procedimientos establecidos por el fabricante y homologados por las empresas.

El técnico supervisor conocerá y dispondrá de la documentación necesaria para evaluar la confección del empalme o terminación.

En concreto se revisarán las dimensiones del pelado de cubierta, utilización de manguitos o terminales adecuados y su engaste con el utillaje necesario, limpieza y reconstrucción del aislamiento. Los empalmes se identificarán con el nombre del operario y sólo se utilizarán los materiales homologados.

La reconstrucción del aislamiento deberá efectuarse con las manos bien limpias, depositando los materiales que componen el empalme sobre una lona limpia y seca. El montaje deberá efectuarse ininterrumpidamente.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Los empalmes unipolares se efectuarán escalonados, por lo tanto deberán cortarse los cables con distancias a partir de sus extremos de 50 mm, aproximadamente.

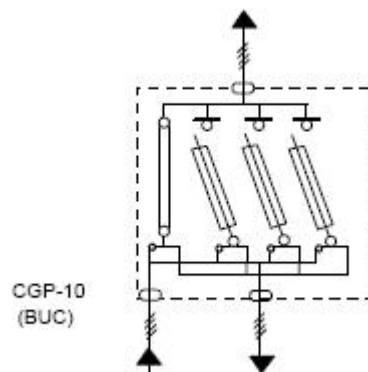
En el supuesto que el empalme requiera una protección mecánica, se efectuará el procedimiento de confección adecuado, utilizando además la caja de poliéster indicada para cada caso.

Más instrucciones y catálogo del conductor en el Anexo 1 “Cable subterráneo de Baja Tensión”.

3.2.1.1.5.- Cajas generales de protección (CGP).

Son cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización del principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Las cajas generales de protección se colocarán empotradas en las fachadas de los edificios. Se utilizarán las correspondientes al siguiente esquema eléctrico.



En la siguiente tabla se indican las CGP normalizadas, número y tamaño de los cortacircuitos fusibles que usa Iberdrola en sus instalaciones.

Designación	Cortacircuitos fusibles			Utiliza- ción	Códigos
	Bases		Fusibles		
	Número	Tamaño	I máx. A		
CGP-1-100	1	22x58	80*	Exterior	7650003
CGP-7-100	3	22x58	80*	Exterior	7650007
CGP-7-160	3	00**	160	Exterior	7650008
CGP-7-250/BUC	3	1 (BUC)	250	Exterior / interior	7650010
CGP-7-400/BUC	3	1 (BUC)	400	Exterior / interior	7650011
CGP-10-250/BUC	3	1 (BUC)	250	Interior	7650018
CGP-11-250/250/BUC	3/3	1 (BUC)	250	Interior	7650019

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Las características técnicas de las CGP son:

- Envolvente de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente.
- Tres bases de 250 A, con dispositivo extintor de arco y detector de fusión.
- Neutro amovible con pletina de conexión para terminales.
- Las conexiones eléctricas se efectúan con tornillería de acero inoxidable.
- Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetálicos hasta 240 mm².
- Complemento: puerta metálica referencia 931.132-IB.
- Esquema 10/BUC.

Demás características en el Anexo 2 “Cajas Generales de Protección”.

3.2.1.1.6.- Cajas generales de protección y medida (CPM).

Las cajas generales de protección y medida son aquellas que en un solo elemento incluyen la caja general de protección y el elemento de medida.

Son cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización del principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

En la siguiente tabla se muestran todos los tipos de CPM que utiliza Iberdrola en sus instalaciones.

Tipo de Suministro	Nº de Contadores	Tipo de instalación	Designación	Figura	Código
Monofásico hasta 63 A	1	Empotrable	CPM1-D2-M	5	4272001
	1	Intemperie	CPM1-D2-I	5	4272002
	2	Empotrable	CPM3-D2/2-M	6	4272021
	2	Intemperie	CPM3-D2/2-I	6	4272023
Trifásico doble tarifa hasta 63 A	1	Empotrable	CPM2-D4-M	7	4272011
	1	Intemperie	CPM2-D4-I	7	4272013
Trifásico multifunción 63 A	1	Empotrable	CPM2-E4-M	8	4272014
	1	Intemperie	CPM2-E4-I	8	4272016
	1	Empotrable	CPM2-E4-MBP	9	4272017
	1	Intemperie	CPM2-E4-IBP	9	4272018
Trifásico > 63 A hasta 300 A (Medida indirecta)	1	Empotrable	CMT-300E-M	10	4272100
		Empotrable	CMT-300E-MF	11	4272102
		Intemperie	CMT-300E-I	10	4272101
		Intemperie	CMT-300E-IF	11	4272103
Trifásico hasta 750 A (Medida Indirecta)	1	Intemperie	CMT-750E-I	12	4272120

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Las utilizadas en el actual proyecto son las de designación CPM3-D2/2-M y CPM1-D2-M.

Las características técnicas de las CPM son:

- Envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035, resistente al calor anormal o fuego, según UNE EN 60 695-2-1/0.
- Grado de protección IP43 en envoltorios empotrables e IP55 en envoltorios de intemperie, según UNE 20 324.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos, IK09 en envoltorios empotrables e IK10 en envoltorios de intemperie, según UNE EN 50 102.
- Clase térmica A, según UNE 21 305.
- Gran resistencia a la corrosión y a los rayos ultravioletas.
- Autoventilación por convección natural sin reducir el grado de protección indicado.
- Ventanillas para lectura de los aparatos de medida opcionales, en policarbonato transparente estabilizado contra la acción de los rayos ultravioleta (U.V.).
- Puerta con bisagras, de apertura superior a 100°.
- Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato.
- Panel de poliéster troquelado para fijación de equipos de medida.
- Tornillería de fijación de latón, imperdible y desplazable por el ranurado del panel.

Demás características en el Anexo 3 “Cajas Generales de Protección y Medida. Armarios de distribución”.

3.2.1.1.7.- Armarios de distribución.

Su utilización será para ir en conjunto con las cajas generales de protección y medida, ya que estas no admiten la sección del cable proyectado en los anillos.

Serán las de tipo Maxinter CS-250/400-E.

Las características técnicas son:

- Envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER.
- Grado de protección IP 43 UNE 20 234 e IK09 UNE EN 50 102.
- Tres bases unipolares cerradas BUC tamaño 1 o tamaño 2, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.
- Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.

Demás características en el Anexo 3 “Cajas Generales de Protección y Medida. Armarios de distribución”.

3.2.1.2.- Accesorios.

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales

(interior, exterior, contaminación, etc.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

3.2.1.3.- Medidas eléctricas.

Una vez terminadas las obras, se realizarán las medidas eléctricas correspondientes de: puesta a tierra del neutro de la instalación para comprobar su buen funcionamiento y corregirlo en caso contrario; también se comprobará la continuidad de los conductores para localizar posibles fallos que se hayan producido en su tendido; y por último se medirán las tensiones entre fases, y entre fases y neutro al inicio y al final de la instalación para comprobar que estas se encuentran dentro de los límites impuestos.

3.2.1.4.- Obra civil.

La obra civil llevada a cabo en esta parte del proyecto consiste en la apertura de las zanjas (en acera y cruce de calles) por donde discurrirán las distintas líneas, los tipos de zanjas se describen en el siguiente apartado en el cual veremos distintas disposiciones según el número de conductores a introducir en ellas.

3.2.1.5.- Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.

Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Los cables se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 0,70 m, en zanjas de 0,80 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,60 m.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositarán los cables a instalar. Por encima del cable se colocará otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01. Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,25 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización, como

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

advertencia de la presencia de cables eléctricos, Las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm Ø que se instalará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de BT. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Y por último se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de HM-12,5 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,6 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm Ø, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm Ø, destinado a este fin. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido. Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,80 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón HM-12,5, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón HM-12,5 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del firme y pavimento, para este relleno se utilizará hormigón HM-12,5, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de HM-12,5 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Los tipos de zanja a utilizar para las distintas disposiciones de los conductores quedan reflejados en los planos número 13 y 14.

En el siguiente cuadro representaremos por donde discurren las zanjas y en que número de plano se encuentran:

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

ZANJA	CABLES DE BT	CABLES DE MT	DESCRIPCION DE PASO	PLANO N°
1	3	1	Discurre por la C/ Infantes: acera parcela 6	13
2	2	1	Cruce de la C/ Pescadores hacia parcela 5	14
3	2	1	Pequeño tramo por acera de C/ Infantes, con giro a la izquierda hacia acera C/ Pescadores parcela 5 (sin cables de MT)	13
4	1	1	Discurre por la C/ Pescadores: acera parcela 6 (pequeño tramo con cables de MT, tener en cuenta)	13
5	1	1	Discurre por la C/ Goya: acera parcela 6	13
6	1	1	Discurre por la C/ Mar Menor: acera parcela 6	13
7	-	1	Cruce de la C/ Infantes hacia parcela 9	14
8	2	-	Cruce de la C/ Pescadores hacia parcela 10	14
9	1	-	Toda la acera de la parcela 10	13
10	2	1	Discurre por la C/ Infantes: acera parcela 9 (pequeño tramo con cables de BT, tener en cuenta)	13
11	2	-	Discurre por C/ Pescadores y Pinares: acera parcela 9	13
12	2	1	Cruce de la C/ Manresa hacia parcela 12	14
13	1	-	Toda la acera de la parcela 12	13
14	2	-	Cruce de la C/ Pinares hacia parcela 9	14
15	-	1	Cruce de la C/ Pinares hacia parcela 12	14
16	2	1	Discurre por la C/ Manresa: acera parcela 9	13
17	2	-	Discurre por la C/ Pinares: acera parcela 9	13
18	1	1	Toda la acera de la parcela 11 con BT y pequeño tramo con MT	13

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

ZANJA	CABLES DE BT	CABLES DE MT	DESCRIPCION DE PASO	PLANO N°
19	-	1	Cruce de la C/ Pinares hacia CT-6	14
20	2	-	Cruce de la C/ Pajaritos hacia parcela 7	14
21	3	-	Toda la acera de la parcela 7 con un cable por la zanja menos en un tramo que discurren 3 (esquina de las C/ Infantes y Pajaritos)	13
22	2	-	Cruce de la C/ Pajaritos hacia CT-7	14
23	2	1	Discurre por la C/ Pajaritos: acera parcela 8	13
24	2	-	Discurre por la C/ Infantes: acera parcela 8	13
25	2	-	Cruce de la C/ Infantes hacia parcela 4	14
26	-	1	Cruce C/ Infantes desde el CT-7 hasta parcela 4	14
27	2	-	Cruce C/ Infantes desde la parcela 7 hasta parcela 4	14
28	2	1	Discurre por la C/ Infantes: acera parcela 4	13
29	2	-	Cruce de la C/Infantes desde parcela 9 hasta parcela 5	14
30	2	-	Discurre por la C/ Infantes: acera parcela 5	13
31	2	1	Discurre por la C/ Huertas: acera parcela 4	13
32	-	1	Cruce C/ Pescadores desde parcela 6 hasta CT-3	14
33	2	-	Discurre por la C/ Pescadores: acera parcela 5	13
34	2	1	Discurre por la C/ Goya: acera parcela 5, jardín 2 y parcela 4	13
35	2	-	Cruce C/ Goya desde CT-3 hasta parcela 2	14
36	2	1	Discurre por la C/ Goya: acera parcela 2 (el cable de MT sólo en una parte del tramo, tener en cuenta)	13

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

ZANJA	CABLES DE BT	CABLES DE MT	DESCRIPCION DE PASO	PLANO N°
37	2	-	Discurre por la C/ Mar Menor: acera parcela 2	13
38	2	-	Discurre por la C/ del Sauce: acera parcela 2	13
39	2	-	Cruce C/ Goya desde CT-8 hasta parcela 2	14
40	-	1	Cruce C/ Goya desde CT-8 hasta parcela 2	14
41	1	-	Cruce C/ Goya desde CT-9 hasta parcela 2	14
42	1	1	Discurre por la C/ Oxford: acera parcela 2	13
43	-	1	Cruce C/ Huertas hacia parcela 3	14
44	1	1	Discurre por la C/ Goya: acera parcela 3	13
45	1	-	Discurre por C/ Huertas, Infantes y Oxford: acera parcela 3	13
46	1	1	Cruce C/ Oxford desde CT-9 hasta parcela 1	14
47	2	-	Discurre por C/ Oxford: acera parcela 1 (habrá un tramo que sólo discurren por la zanja un cable de MT y otro de BT)	13
48	2	-	Discurre por la acera entre C/ del Sauce y Oxford	13
49	1	-	Cruce C/ Oxford hacia parcela 1	14
50	-	1	Cruce C/ Oxford hacia parcela 1	14
51	-	2	Discurre por C/ del Sauce: acera parcela 1	13
52	2	2	Discurre por C/ del Sauce: acera jardín 1 y equipamiento (los cables de MT sólo estarán en un tramo pequeño)	13
53	2	-	Cruce de la C/ Astorga	14
54	2	-	Discurre entra la parcela 1 y el jardín 1	13

3.2.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- 1.- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- 2.- Normas UNE.
- 3.- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- 4.- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- 5.- Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras y evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

Antes de comenzar los trabajos de apertura de zanjas, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, garajes, etc..., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad determinada, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en ámbar rojo.

El vallado debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (caseta, maquinaria, materiales apilados, etc), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización. La obra estará identificada mediante letreros normalizados por los ayuntamientos.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de los viandantes, automovilistas y personal de la obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el código de circulación y las ordenanzas vigentes.

3.2.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista habrá de hacer los ensayos adecuados para probar, a la entera satisfacción del Técnico Director de obra, que todos los equipos, aparatos y cableado han sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias de trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa al Técnico Director de obra.

Los resultados de los ensayos serán pasados en certificados indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como categoría profesional.

Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia de aislamiento entre las fases, y entre fases y tierra.

En los cables enterrados, estos ensayos de resistencia de aislamiento se harán antes y después de efectuar el relleno y compactado.

Antes de poner el aparellaje bajo tensión, se medirá la resistencia de aislamiento de cada embarrado entre fases y entre fases y tierra. Las medidas deben repetirse con los interruptores en posición de funcionamiento y contactos abiertos.

Todo relé de protección que sea ajustable será calibrado y ensayado, usando contador de ciclos, caja de carga, amperímetro y voltímetro, según se necesite.

Se dispondrá en lo posible, de un sistema de protección selectiva. De acuerdo con esto, los relés de protección se elegirán y coordinarán para conseguir un sistema que permita actuar primero el dispositivo de interrupción más próximo a la falta.

El Contratista preparará curvas de coordinación de relés y calibrado de éstos para todos los sistemas de protección previstos.

Se comprobarán los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad y tensión aplicando corrientes o tensión a los arrollamientos secundarios de los transformadores y comprobando que los instrumentos conectados a estos secundarios funcionan.

Todos los interruptores automáticos se colocarán en posición de prueba y cada interruptor será cerrado y disparado desde su interruptor de control. Los interruptores deben ser disparados por accionamiento manual y aplicando corriente a los relés de protección. Se comprobarán todos los enclavamientos.

3.2.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

Para el uso de las instalaciones, primero éstas habrán tenido que pasar sus respectivas revisiones y pruebas para comprobar su correcto funcionamiento; el mantenimiento de las mismas será realizado por la empresa suministradora de energía ateniéndose a toda la reglamentación respectiva al tipo de instalación proyectada; la seguridad para las personas encargadas de la ejecución y mantenimiento de las instalaciones será la emitida en los siguientes documentos:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- R.D. 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

3.2.5.- Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores, de mantenedores y/o organismos de control.

Generalmente, asumimos que la instalación eléctrica es un tipo de instalación que una vez realizada y puesta en funcionamiento, no precisa más cuidados que un mantenimiento sustitutivo de los elementos fungibles (fusibles, lámparas, relés, etc.).

Las instalaciones eléctricas y, especialmente, los elementos de protección contra contactos eléctricos, requieren de un proceso de revisión periódica que permita conocer el estado de los equipos y subsanar las faltas, averías o fallos en los mismos.

3.3.- Red de Media Tensión.

3.3.1.- Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

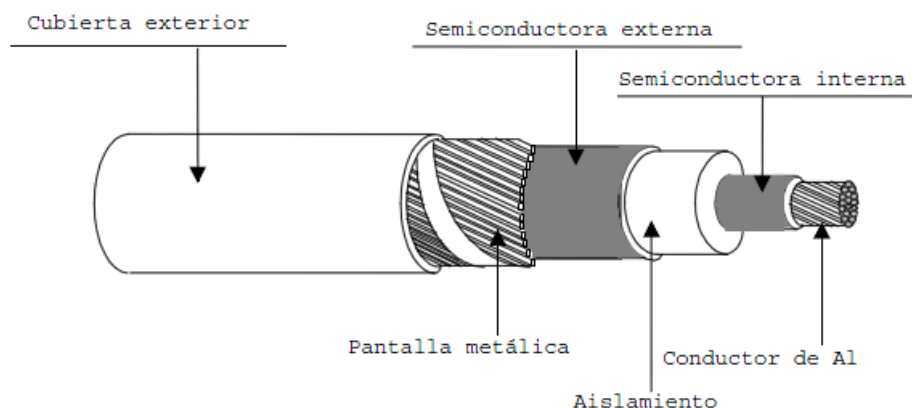
En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

3.3.1.1.- Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.

Se utilizarán conductores de aluminio de la marca General Cable del tipo “VULPREN HEPRZ1 Al H-16 de sección 240 mm²”.

La constitución del conductor será la representada en la siguiente figura:



El conductor estará constituido por un elemento circular compacto de clase 2 según la norma UNE 21 022, de aluminio.

El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, mediante el proceso denominado “triple extrusión”, éste será una mezcla a base etileno propileno de alto módulo (HEPR).

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

La pantalla sobre el conductor estará constituida por una capa de mezcla semiconductor extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, de espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

La pantalla sobre el aislamiento estará constituida por una parte no metálica asociada a una parte metálica. La parte no metálica estará formada por una de mezcla semiconductor extruida, separable en frío, de espesor medio mínimo de 0,5 mm. La parte metálica estará constituida por una corona de alambres de Cu dispuestos en hélice a paso largo y una cinta de Cu, de una sección de 1 mm² como mínimo, aplicada con un paso no superior a cuatro veces el diámetro sobre la corona de alambres.

La cubierta exterior estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) de color rojo.

Para la protección del medio ambiente el material de cubierta exterior del cable no contendrá hidrocarburos volátiles, halógenos ni metales pesados con excepción del plomo, del que se admitirá un contenido inferior al 0,5%.

Además el cable, en su diseño y construcción, permitirá una fácil separación y recuperación de los elementos constituyentes para el reciclado o tratamiento adecuado de los mismos al final de su vida útil.

Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante y/o marca registrada.
- Designación completa del cable.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Indicación de calidad concertada, cuando la tenga.
- Identificación para la trazabilidad (nº de partida u otro).

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

Más características y ensayos a realizar al conductor en el Anexo 4 “Cable Subterráneo de Media Tensión”.

3.3.1.1.1.- Tendido de los cables.

3.3.1.1.1.1.- Manejo y preparación de bobinas.

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido. En el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos

pasos con tubo, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

3.3.1.1.1.2.- Tendido de cables en zanja.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc... y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los obreros estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm² de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso, el esfuerzo no será superior a 5 kg/mm² para cables unipolares con conductores de cobre. En el caso de aluminio debe reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido será obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta en el fondo, antes de proceder al tendido del cable. No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de unos 10 cm de espesor de idénticas características que las anteriores.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm. Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial

Autor: Antonio Rubio Robles

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de media tensión discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc..., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos, al ir separados sus ejes 20 cm mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos Centros de Transformación.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Cada metro y medio serán colocados por fase con una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicando fase 1, fase 2 y fase 3, utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.
- Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.
- Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de media tensión tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesiva y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

3.3.1.1.1.3.- Tendido de los cables en tubulares.

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tira cables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Se situará un obrero en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc..., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

3.3.1.1.2.- Empalmes.

Se realizarán los correspondientes empalmes indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar huecos. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc...

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

3.3.1.1.3.- Terminales.

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de los terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

3.3.1.1.4.- Transporte de bobinas de cables.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

3.3.1.2.- Accesorios.

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

3.3.1.3.- Obra civil.

La obra civil llevada a cabo en esta parte del proyecto consiste en la apertura de las zanjas (en acera, cruce de calles y enterramiento de la línea de media tensión aérea) por donde discurrirán las distintas líneas, los tipos de zanjas se describen en el siguiente apartado en el cual veremos distintas disposiciones según el número de conductores a introducir en ellas.

3.3.1.4.- Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, paralelismos, señalización y acabado.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.

Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Los cables se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 1m, en zanjas de 1,10 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,60 m.

El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces su diámetro.

Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositará el cable o

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

cables a instalar. Encima irá otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando exista 1 línea, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm Ø ó de 125 mm Ø que se instale como protección mecánica, incluirá en su interior, como mínimo, 4 monoductos de 40 mm Ø, según NI 52.95.03, para poder ser utilizado como conducto de cables de control y redes multimedia. Se dará continuidad en todo el recorrido de este tubo, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera y obras de mantenimiento, garantizándose su estanqueidad en todo el trazado.

A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de HM-12,5 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,6 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm Ø aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más, destinado a este fin. Se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 1,10 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón HM-12,5, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón HM-12,5 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el caso anterior o marcado sobre el propio tubo, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón HM-12,5, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Después se colocará un firme de hormigón de HM-12,5 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

3.3.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- 1.- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- 2.- Normas UNE.
- 3.- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- 4.- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras y evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

Antes de comenzar los trabajos de apertura de zanjas, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial

Autor: Antonio Rubio Robles

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, garajes, etc..., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad determinada, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en ámbar rojo.

El vallado debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (caseta, maquinaria, materiales apilados, etc), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización. La obra estará identificada mediante letreros normalizados por los ayuntamientos.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de los viandantes, automovilistas y personal de la obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el código de circulación y las ordenanzas vigentes.

3.4.- Centros de Transformación.

3.4.1.- Calidades de los materiales.

3.4.1.1.- Obra civil.

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

3.4.1.2.- Aparamenta de Media Tensión.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.
Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

3.4.1.3.- Transformadores.

El transformador o transformadores instalados en los Centros de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

3.4.1.4.- Equipos de medida.

Al tratarse de Centros para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Puesta en servicio:

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de Media Tensión, procederemos a conectar la red de Baja Tensión.

- Separación de servicio:

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento:

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

3.4.2.- Normas de ejecución de las instalaciones.

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

3.4.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

3.4.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

3.4.5.- Certificados y documentación.

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

3.4.6.- Libro de órdenes.

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

Firmado:

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad
Antonio Rubio Robles
D.N.I.: 48509280-A

Cartagena, 14 de Septiembre de 2009

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL

PRESUPUESTOS



Proyecto Fin de Carrera realizado por:

Antonio Rubio Robles

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad

Tutores de Proyecto: Juan José Portero Rodríguez, Alfredo Conesa Tejerina

Curso 2008/2009

PRESUPUESTOS

Indice

4.- Presupuestos

4.1.- Presupuestos parciales con precios unitarios.....	3
4.1.1.- Red de Media y Baja Tensión.....	3
4.1.2.- Centros de Transformación PFU.....	21
4.1.3.- Centros de Transformación MINIBLOK.....	25
4.1.4.- Cajas generales de protección.....	29
4.2.- Presupuestos totales.....	31
4.2.1.- Instalaciones de MT y BT.....	31
4.2.2.- Instalaciones de los CT.....	33
4.2.3.- Presupuesto total de proyecto.....	34

4.- Presupuestos.

4.1.- Presupuestos parciales con precios unitarios.

4.1.1.- Red de Media y Baja Tensión.

Código	Ud.	Descripción			
AH000	m3	<u>EXCAVACION DE ZANJA POR ACERA (MT)</u>			
		Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones de red de MT, en terreno. Las dimensiones de la zanja son de 60 cm de ancho y 110 cm de profundidad. Incluso carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.			
			Precio	Cantidad	Total
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,35	3,58
CD01	h	Capataz	10,84	0,35	3,79
MQ00	h	Retroexcavadora neumática de 75 CV	32,15	0,15	4,82
MQ01	h	Camión basculante de 14 T	30,55	0,15	4,58
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					16,77
% de Costes Indirectos.....				3%	0,5
TOTAL.....					17,27 €

La partida asciende a diecisiete euros con veintisiete céntimos.

Código	Ud.	Descripción			
AH001	m3	<u>EXCAVACION DE ZANJA POR CALZADA (MT)</u>			
		Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones de red de MT, en terreno. Las dimensiones de la zanja son de 60 cm de ancho y 120 cm de profundidad. Incluso carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.			
			Precio	Cantidad	Total
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,35	3,58
CD01	h	Capataz	10,84	0,35	3,79
MQ00	h	Retroexcavadora neumática de 75 CV	32,15	0,2	6,43
MQ01	h	Camión basculante de 14 T	30,55	0,2	6,11
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					19,91
% de Costes Indirectos.....				3%	0,59
TOTAL.....					20,50 €

La partida asciende a veinte euros con cincuenta céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH002	m3	<u>RELLENO DE ZANJA POR ACERA (MT)</u> Relleno localizado en zanjas con tierra procedente de la excavación y/o préstamos, apisonada con medios manuales en tongadas de 10 cm. Colocación de arena de río en el fondo para acondicionar la canalización según normas de la compañía distribuidora.			
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,2	2,04
CD01	h	Capataz	10,84	0,2	2,16
MQ01	h	Pala de carga neumática de 85 CV	33,61	0,05	1,68
MQ02	h	Compactador manual	6,65	0,15	0,99
MT00	m3	Arena de río	22	0,55	12,1
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					18,97
% de Costes Indirectos.....					3% 0,57
TOTAL.....					19,54 €

La partida asciende a diecinueve euros con cincuenta y cuatro céntimos.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH003	m3	<u>RELLENO DE ZANJA POR CALZADA (MT)</u> Relleno localizado en zanjas con Hormigón HM-12,5 colado, vibrado y curado.			
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,2	2,04
CD01	h	Capataz	10,84	0,2	2,16
MT01	m3	Hormigón HM-12,5	63,66	0,85	54,11
MQ03	h	Vibrador de hormigón	2,25	0,05	0,11
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					58,42
% de Costes Indirectos.....					3% 1,75
TOTAL.....					60,17 €

La partida asciende a sesenta euros con diecisiete céntimos.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH004	Ud	<u>CADENA DE AISLADORES (AMARRE)</u> Formación de la cadena de aisladores en disposición de amarre.			
MT02	Ud	Horquilla Bola HBV 16/16	2,25	1	2,25
MT03	Ud	Aislador U70-BS	8,2	2	16,4
MT04	Ud	Alojamiento de rótula protec. R16/17P	2,09	1	2,09
MT05	Ud	Grapa de amarre GA-1	2,89	1	2,89
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					23,63
% de Costes Indirectos.....					3% 0,71
TOTAL.....					24,34 €

La partida asciende a veinticuatro euros con treinta y cuatro céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH005	Ud	<u>CADENA DE AISLADORES (SUSPENSION)</u>			
		Formación de la cadena de aisladores en disposición de suspensión.			
			Precio	Cantidad	Total
MT02	Ud	Horquilla Bola HBV 16/16	2,25	1	2,25
MT03	Ud	Aislador U70-BS	8,2	2	16,4
MT06	Ud	Alojamiento de rótula R16/17	2,05	1	2,05
MT07	Ud	Grapa de suspensión GS-1	2,89	1	2,89
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					23,59
% de Costes Indirectos.....				3%	0,7
TOTAL.....					24,29 €

La partida asciende a veinticuatro euros con veintinueve céntimos.

Código	Ud.	Descripción			
AH047	Ud	<u>DERIVACION LINEA DE MEDIA TENSION</u>			
		Derivación de la línea de media tensión con todos sus accesorios necesarios y cadenas de aisladores a utilizar para su cometido, incluso conexionado de la misma.			
			Precio	Cantidad	Total
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	2	22,88
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	2	22,3
AH004	Ud	Cadena de aisladores (amarre)	23,63	9	212,67
AH005	Ud	Cadena de aisladores (suspensión)	23,59	1	23,59
MT08	Ud	Cruceta Recta RH	216,33	1	216,33
MT09	Ud	Angular L-70.7-3200	100,47	1	100,47
MT10	Ud	Angular L-60.4-420	30,27	1	30,27
MT11	Ud	Chapa CH-8-250	15,52	3	46,56
MT12	Ud	Puentes Conductor LA-56	1,35	3	4,05
MT13	Ud	Pequeño material	0,71	60	42,6
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					721,72
% de Costes Indirectos.....				3%	21,65
TOTAL.....					743,37 €

La partida asciende a setecientos cuarenta y tres euros con treinta y siete céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH048	m3	<u>EXCAVACION DE POZO PARA ENTRONQUE AEREO-SUBTERRANEO</u>			
		Excavación de pozo en terreno de consistencia dura por medios mecánicos, con posterior carga sobre camión basculante, además de transporte de tierras a vertedero situado a una distancia menor de 10 km, considerando ida y vuelta, incluido canon de vertedero.			
			Precio	Cantidad	Total
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,13	1,33
CD01	h	Capataz	10,84	0,13	1,41
MQ04	h	Excavación con maquinaria neumática de 144 CV	45,58	0,28	12,76
MQ05	h	Camión basculante 6x4 de 20 T	32,36	0,16	5,17
GA00	m3	Canon de tierra a vertedero	0,26	1	0,26
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					20,93
% de Costes Indirectos.....					3%
					0,62
TOTAL.....					21,55 €

La partida asciende a veintiún euros con cincuenta y cinco céntimos.

Código	Ud.	Descripción			
AH049	m3	<u>CIMENTACION PARA ENTRONQUE AEREO-SUBTERRANEO</u>			
		Cimentación con hormigón armado HA-25/B/40/IIa de 25 N/mm ² , consistencia blanda, T _{máx} de 40 mm, para ambiente de humedad alta, elaborado en central, incluye armadura de 40 kg/m ³ , vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado.			
			Precio	Cantidad	Total
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,15	1,53
CD04	h	Oficial de primera	10,71	0,15	1,6
CD05	h	Oficial 1ª ferrallista	10,71	0,1	1,07
CD06	h	Ayudante-ferrallista	10,4	0,1	1,04
MQ03	h	Vibrador de hormigón	2,25	0,05	0,11
MT14	m3	Hormigón HA-25/B/40/IIa	62,5	1	62,5
MT15	kg	Acero corrugado B 500 S	1,51	40	60,4
MT16	kg	Alambre de atar de 1,30 mm	1,2	0,05	0,06
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					128,31
% de Costes Indirectos.....					3%
					3,85
TOTAL.....					132,16 €

La partida asciende a ciento treinta y dos euros con dieciséis céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción
AH050	Ud	<u>ENTRONQUE AEREO-SUBTERRANEO</u>

Entronque para pasar la red de aérea a subterránea en media tensión (20 kV), formado por: 1 juego de cortacircuitos fusibles-seccionador de expulsión de intemperie, 1 juego de pararrayos autovalvulares de óxidos metálicos para protección de sobretensiones de origen atmosférico, 3 terminales exteriores de intemperie para cable de 12/20 kV, tubo de acero galvanizado de 6" de diámetro para la protección mecánica de los cables y provisto de capuchón de protección en su parte superior; puesta a tierra de los pararrayos y de las pantallas de los cables. Totalmente instalado.

			Precio	Cantidad	Total
CD00	h	Peón ordinario	10,24	2	20,48
CD04	h	Oficial de primera	10,71	2	21,42
CD07	h	Ayudante-Oficial de primera	10,4	2	20,8
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	6	68,64
CD08	h	Ayudante electricista	10,4	6	62,4
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	6	66,9
MT17	Ud	Apoyo metálico 14C-2000	1122,84	1	1122,84
MT18	Ud	Cruceta Recta RC	193,39	1	193,39
MT19	Ud	Angular L-70.5-1580	52,33	2	104,66
MT20	Ud	Chapa CH-8-150	13,28	3	39,84
AH004	Ud	Cadena de aisladores (amarre)	23,63	3	70,89
AH048	m3	Excavación de pozo para Entronq. A-S	20,93	2,71	56,72
AH049	m3	Cimentación para Entronq. A-S	128,31	2	256,62
MQ06	h	Grua telescópica de 20 T	61,1	6	366,6
MT21	Ud	Placa de tierra 500x500x3 Acero	30,73	1	30,73
MT22	m	Conductor Cu desnudo 50 mm2	8,21	30	246,3
MT23	Ud	Pararrayos autovalvular	111	3	333
MT24	Ud	Cortacircuito fusible/seccionador de expulsión	226,33	3	678,99
MT25	Ud	Terminal para cable subterráneo 12/20 kV	147,43	3	442,29
MT13	Ud	Pequeño material	0,71	30	21,3
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					4224,81
% de Costes Indirectos.....					3% 126,74
					<u>TOTAL..... 4.351,55 €</u>

La partida asciende a cuatro mil trescientos cincuenta y un euros con cincuenta y cinco céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH006	m3	<u>EXCAVACION DE ZANJA POR ACERA (BT)</u>			
		Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones de red de BT, en terreno. Las dimensiones de la zanja son de 60 cm de ancho y 80 cm de profundidad. Incluso carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.			
			Precio	Cantidad	Total
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,35	3,58
CD01	h	Capataz	10,84	0,35	3,79
MQ00	h	Retroexcavadora neumática de 75 CV	32,15	0,15	4,82
MQ01	h	Camión basculante de 14 T	30,55	0,15	4,58
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					16,77
% de Costes Indirectos.....				3%	0,5
TOTAL.....					17,27 €

La partida asciende a diecisiete euros con veintisiete céntimos.

Código	Ud.	Descripción			
AH007	m3	<u>EXCAVACION DE ZANJA POR CALZADA (BT)</u>			
		Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones de red de BT, en terreno. Las dimensiones de la zanja son de 60 cm de ancho y 90 cm de profundidad. Incluso carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.			
			Precio	Cantidad	Total
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,35	3,58
CD01	h	Capataz	10,84	0,35	3,79
MQ00	h	Retroexcavadora neumática de 75 CV	32,15	0,2	6,43
MQ01	h	Camión basculante de 14 T	30,55	0,2	6,11
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					19,91
% de Costes Indirectos.....				3%	0,59
TOTAL.....					20,50 €

La partida asciende a veinte euros con cincuenta céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH008	m3	<u>RELLENO DE ZANJA POR ACERA (BT)</u>			
		Relleno localizado en zanjas con tierra procedente de la excavación y/o préstamos, apisonada con medios manuales en tongadas de 10 cm. Colocación de arena de río en el fondo para acondicionar la canalización según normas de la compañía distribuidora.			
			Precio	Cantidad	Total
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,2	2,04
CD01	h	Capataz	10,84	0,2	2,16
MQ01	h	Pala de carga neumática de 85 CV	33,61	0,05	1,68
MQ02	h	Compactador manual	6,65	0,15	0,99
MT00	m3	Arena de río	22	0,55	12,1
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					18,97
% de Costes Indirectos.....				3%	0,57
TOTAL.....					19,54 €

La partida asciende a diecinueve euros con cincuenta y cuatro céntimos.

Código	Ud.	Descripción			
AH009	m3	<u>RELLENO DE ZANJA POR CALZADA (BT)</u>			
		Relleno localizado en zanjas con Hormigón HM-12,5 colado, vibrado y curado.			
			Precio	Cantidad	Total
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,2	2,04
CD01	h	Capataz	10,84	0,2	2,16
MT01	m3	Hormigón HM-12,5	63,66	0,85	54,11
MQ03	h	Vibrador de hormigón	2,25	0,05	0,11
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					58,42
% de Costes Indirectos.....				3%	1,75
TOTAL.....					60,17 €

La partida asciende a sesenta euros con diecisiete céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH010	m3	<u>INSTALACION RED DE MT BAJO ACERA (una terna de cables MT)</u>			
Red eléctrica de media tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm2 Al 12/20 kV, con aislamiento de dieléctrico seco, formados por: conductor de aluminio compacto de sección circular y aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR). Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.					
			Precio	Cantidad	Total
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,14	1,6
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,14	1,56
AH000	m3	Excavación de zanja por acera MT	16,77	1	16,77
AH002	m3	Relleno de zanja por acera MT	18,97	0,9	17,07
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	1	0,18
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
CM00	m	Conductor 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3	67,54
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					112,53
% de Costes Indirectos.....				3%	3,37
TOTAL.....					115,90 €

La partida asciende a ciento quince euros con noventa céntimos.

Código	Ud.	Descripción			
AH011	m3	<u>INSTALACION RED DE MT BAJO ACERA (dos ternas de cables MT)</u>			
Red eléctrica de media tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm2 Al 12/20 kV, con aislamiento de dieléctrico seco, formados por: conductor de aluminio compacto de sección circular y aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR). Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.					
			Precio	Cantidad	Total
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,2	2,28
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,2	2,23
AH000	m3	Excavación de zanja por acera MT	16,77	1	16,77
AH002	m3	Relleno de zanja por acera MT	18,97	0,9	17,07
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
MT28	m	Placa de protección	5,33	1	5,33
CM00	m	Conductor 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	6	135,08
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					186,93
% de Costes Indirectos.....				3%	5,6
TOTAL.....					192,53 €

La partida asciende a ciento noventa y dos euros con cincuenta y tres céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH012	m3	<u>INSTALACION RED DE MT BAJO CALZADA (una terna de cables MT)</u>			
Red eléctrica de media tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm2 Al 12/20 kV, con aislamiento de dieléctrico seco, formados por: conductor de aluminio compacto de sección circular y aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR). Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.					
			Precio	Cantidad	Total
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,16	1,83
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,16	1,78
AH001	m3	Excavación de zanja por calzada MT	19,91	1	19,91
AH003	m3	Relleno de zanja por calzada MT	58,42	0,9	52,57
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	2	15,62
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3	67,54
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					159,61
% de Costes Indirectos.....				3%	4,78
TOTAL.....					164,39 €

La partida asciende a ciento sesenta y cuatro euros con treinta y nueve céntimos.

Código	Ud.	Descripción			
AH013	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO ACERA (una terna de cables BT)</u>			
		Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x240 + 1x150 mm2, formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
			Precio	Cantidad	Total
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,14	1,6
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,14	1,56
AH006	m3	Excavación de zanja por acera BT	16,77	1	16,77
AH008	m3	Relleno de zanja por acera BT	18,97	0,9	17,07
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	1	0,18
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
CB00	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x240 mm2 Al	8,33	3	24,99
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm2 Al	5,26	1	5,26
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					75,24
% de Costes Indirectos.....				3%	2,25
TOTAL.....					77,49 €

La partida asciende a setenta y siete euros con cuarenta y nueve céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH014	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO ACERA (una terna de cables BT)</u> Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm ² , formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,14	1,6
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,14	1,56
AH006	m3	Excavación de zanja por acera BT	16,77	1	16,77
AH008	m3	Relleno de zanja por acera BT	18,97	0,9	17,07
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	1	0,18
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	3	15,78
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	1	3,8
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					64,57
% de Costes Indirectos.....				3%	1,93
TOTAL.....					66,50 €

La partida asciende a setenta y siete euros con cuarenta y nueve céntimos.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH015	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO ACERA (una terna de cables BT)</u> Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x95 + 1x50 mm ² , formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,14	1,6
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,14	1,56
AH006	m3	Excavación de zanja por acera BT	16,77	1	16,77
AH008	m3	Relleno de zanja por acera BT	18,97	0,9	17,07
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	1	0,18
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	3	11,4
CB03	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x50 mm ² Al	2,34	1	2,34
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					58,73
% de Costes Indirectos.....				3%	1,76
TOTAL.....					60,49 €

La partida asciende a sesenta euros con cuarenta y nueve céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH016	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO ACERA (dos ternas de cables BT)</u>			
		Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x240 + 1x150 mm ² , formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
			Precio	Cantidad	Total
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,3	3,43
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,3	3,34
AH006	m3	Excavación de zanja por acera BT	16,77	1	16,77
AH008	m3	Relleno de zanja por acera BT	18,97	0,9	17,07
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
MT28	m	Placa de protección	5,33	1	5,33
CB00	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x240 mm ² Al	8,33	6	49,98
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	2	10,52
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					114,61
% de Costes Indirectos.....				3%	3,43
TOTAL.....					118,04 €

La partida asciende a ciento dieciocho euros con cuatro céntimos.

Código	Ud.	Descripción			
AH017	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO ACERA (dos ternas de cables BT)</u>			
		Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm ² , formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
			Precio	Cantidad	Total
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,3	3,43
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,3	3,34
AH006	m3	Excavación de zanja por acera BT	16,77	1	16,77
AH008	m3	Relleno de zanja por acera BT	18,97	0,9	17,07
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
MT28	m	Placa de protección	5,33	1	5,33
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	6	31,56
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	2	7,6
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					93,27
% de Costes Indirectos.....				3%	2,79
TOTAL.....					96,06 €

La partida asciende a noventa y seis euros con seis céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH018	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO ACERA (dos ternas de cables BT)</u>			
Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x95 + 1x50 mm ² , formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.					
			Precio	Cantidad	Total
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,3	3,43
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,3	3,34
AH006	m3	Excavación de zanja por acera BT	16,77	1	16,77
AH008	m3	Relleno de zanja por acera BT	18,97	0,9	17,07
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
MT28	m	Placa de protección	5,33	1	5,33
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	6	22,8
CB03	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x50 mm ² Al	2,34	2	4,68
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					81,59
% de Costes Indirectos.....				3%	2,44
			TOTAL.....		84,03 €

La partida asciende a ochenta y cuatro euros con tres céntimos.

Código	Ud.	Descripción			
AH019	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO ACERA (tres ternas de cables BT)</u>			
Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x240 + 1x150 mm ² (dos ternas) y 3x150 + 1x95 mm ² (una terna), formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.					
			Precio	Cantidad	Total
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,45	5,14
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,45	5,01
AH006	m3	Excavación de zanja por acera BT	16,77	1	16,77
AH008	m3	Relleno de zanja por acera BT	18,97	0,9	17,07
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
MT28	m	Placa de protección	5,33	1	5,33
CB00	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x240 mm ² Al	8,33	6	49,98
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	5	26,3
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	1	3,8
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					137,57
% de Costes Indirectos.....				3%	4,12
			TOTAL.....		141,69 €

La partida asciende a ciento cuarenta y un euros con sesenta y nueve céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH020	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO CALZADA (una terna de cables BT)</u>			
		Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo calzada, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm ² , formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
			Precio	Cantidad	Total
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,14	1,6
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,14	1,56
AH007	m3	Excavación de zanja por calzada BT	19,91	1	19,91
AH009	m3	Relleno de zanja por calzada BT	58,42	0,9	52,57
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	1	0,18
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	2	15,62
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	3	15,78
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	1	3,8
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					111,02
% de Costes Indirectos.....					3%
					3,33
TOTAL.....					114,35 €

La partida asciende a ciento catorce euros con treinta y cinco céntimos.

Código	Ud.	Descripción			
AH021	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO CALZADA (dos ternas de cables BT)</u>			
		Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo calzada, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x240 + 1x150 mm ² , formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
			Precio	Cantidad	Total
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,3	3,43
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,3	3,34
AH007	m3	Excavación de zanja por calzada BT	19,91	1	19,91
AH009	m3	Relleno de zanja por calzada BT	58,42	0,9	52,57
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	3	23,43
CB00	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x240 mm ² Al	8,33	6	49,98
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	2	10,52
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					163,54
% de Costes Indirectos.....					3%
					4,9
TOTAL.....					168,44 €

La partida asciende a ciento sesenta y ocho euros con cuarenta y cuatro céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH022	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO CALZADA (dos ternas de cables BT)</u> Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo calzada, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm ² , formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,3	3,43
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,3	3,34
AH007	m3	Excavación de zanja por calzada BT	19,91	1	19,91
AH009	m3	Relleno de zanja por calzada BT	58,42	0,9	52,57
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	3	23,43
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	6	31,56
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	2	7,6
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					142,2
% de Costes Indirectos.....					3% 4,26
TOTAL.....					146,46 €

La partida asciende a ciento cuarenta y seis euros con cuarenta y seis céntimos.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH023	m3	<u>INSTALACION RED DE MT Y BT BAJO ACERA (una terna de cables MT y una de BT)</u> Red eléctrica de media y baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV para media tensión y RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm ² para baja tensión, los conductores se colocarán a distintas alturas quedando siempre los de MT en la parte más baja de la zanja. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,3	3,43
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,3	3,34
AH000	m3	Excavación de zanja por acera MT	16,77	1	16,77
AH002	m3	Relleno de zanja por acera MT	18,97	0,9	17,07
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
MT28	m	Placa de protección	5,33	1	5,33
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3	67,54
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	3	15,78
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	1	3,8
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					141,23
% de Costes Indirectos.....					3% 4,23
TOTAL.....					145,46 €

La partida asciende a ciento cuarenta y cinco euros con cuarenta y seis céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH024	m3	<u>INSTALACION RED DE MT Y BT BAJO ACERA (una terna de cables MT y una de BT)</u> Red eléctrica de media y baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV para media tensión y RV 0,6/1 kV de sección 3x95 + 1x50 mm ² para baja tensión, los conductores se colocarán a distintas alturas quedando siempre los de MT en la parte más baja de la zanja. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,3	3,43
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,3	3,34
AH000	m3	Excavación de zanja por acera MT	16,77	1	16,77
AH002	m3	Relleno de zanja por acera MT	18,97	0,9	17,07
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
MT28	m	Placa de protección	5,33	1	5,33
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3	67,54
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	3	11,4
CB03	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x50 mm ² Al	2,34	1	2,34
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					135,39
% de Costes Indirectos.....					3%
					4,06
TOTAL.....					139,45 €

La partida asciende a ciento treinta y nueve euros con cuarenta y cinco céntimos.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH025	m3	<u>INSTALACION RED DE MT Y BT BAJO CALZADA (una terna de cables MT y una de BT)</u> Red eléctrica de media y baja tensión enterrada bajo calzada, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV para media tensión y RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm ² para baja tensión, los conductores se colocarán a distintas alturas quedando siempre los de MT en la parte más baja de la zanja. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,3	3,43
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,3	3,34
AH001	m3	Excavación de zanja por calzada MT	19,91	1	19,91
AH003	m3	Relleno de zanja por calzada MT	58,42	0,9	52,57
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	4	31,24
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3	67,54
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	3	15,78
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	1	3,8
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					197,97
% de Costes Indirectos.....					3%
					5,93
TOTAL.....					203,90 €

La partida asciende a doscientos tres euros con noventa céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH026	m3	<u>INSTALACION RED DE MT Y BT BAJO ACERA (una terna de cables MT y dos de BT)</u> Red eléctrica de media y baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV para media tensión y RV 0,6/1 kV de sección 3x240 + 1x150 mm ² para baja tensión, los conductores se colocarán a distintas alturas quedando siempre los de MT en la parte más baja de la zanja. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,45	5,14
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,45	5,01
AH000	m3	Excavación de zanja por acera MT	16,77	1	16,77
AH002	m3	Relleno de zanja por acera MT	18,97	0,85	16,12
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
MT28	m	Placa de protección	5,33	1	5,33
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3	67,54
CB00	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x240 mm ² Al	8,33	6	49,98
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	2	10,52
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					184,58
% de Costes Indirectos.....				3%	5,53
TOTAL.....					190,11 €

La partida asciende a ciento noventa euros con once céntimos.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH027	m3	<u>INSTALACION RED DE MT Y BT BAJO ACERA (una terna de cables MT y dos de BT)</u> Red eléctrica de media y baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV para media tensión y RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm ² para baja tensión, los conductores se colocarán a distintas alturas quedando siempre los de MT en la parte más baja de la zanja. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,45	5,14
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,45	5,01
AH000	m3	Excavación de zanja por acera MT	16,77	1	16,77
AH002	m3	Relleno de zanja por acera MT	18,97	0,85	16,12
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
MT28	m	Placa de protección	5,33	1	5,33
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3	67,54
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	6	31,56
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	2	7,6
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					163,24
% de Costes Indirectos.....				3%	4,89
TOTAL.....					168,13 €

La partida asciende a ciento sesenta y ocho euros con trece céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH028	m3	<u>INSTALACION RED DE MT Y BT BAJO ACERA (una terna de cables MT y dos de BT)</u>			
		Red eléctrica de media y baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV para media tensión y RV 0,6/1 kV de sección 3x95 + 1x50 mm ² para baja tensión, los conductores se colocarán a distintas alturas quedando siempre los de MT en la parte más baja de la zanja. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
			Precio	Cantidad	Total
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,45	5,14
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,45	5,01
AH000	m3	Excavación de zanja por acera MT	16,77	1	16,77
AH002	m3	Relleno de zanja por acera MT	18,97	0,85	16,12
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
MT28	m	Placa de protección	5,33	1	5,33
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3	67,54
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	6	22,8
CB03	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x50 mm ² Al	2,34	2	4,68
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					151,56
% de Costes Indirectos.....				3%	4,54
TOTAL.....					156,10 €

La partida asciende a ciento cincuenta y seis euros con diez céntimos.

Código	Ud.	Descripción			
AH029	m3	<u>INSTALACION RED DE MT Y BT BAJO CALZADA (una terna de cables MT y dos de BT)</u>			
		Red eléctrica de media y baja tensión enterrada bajo calzada, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV para media tensión y RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm ² para baja tensión, los conductores se colocarán a distintas alturas quedando siempre los de MT en la parte más baja de la zanja. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
			Precio	Cantidad	Total
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,45	5,14
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,45	5,01
AH001	m3	Excavación de zanja por calzada MT	19,91	1	19,91
AH003	m3	Relleno de zanja por calzada MT	58,42	0,8	46,73
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	5	39,05
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3	67,54
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	6	31,56
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	2	7,6
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					222,9
% de Costes Indirectos.....				3%	6,68
TOTAL.....					229,58 €

La partida asciende a doscientos veintinueve euros con cincuenta y ocho céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH030	m3	<u>INSTALACION RED DE MT Y BT BAJO ACERA (dos ternas de cables MT y dos de BT)</u> Red eléctrica de media y baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm2 Al 12/20 kV para media tensión y RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm2 para baja tensión, los conductores se colocarán a distintas alturas quedando siempre los de MT en la parte más baja de la zanja. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,6	6,86
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,6	6,69
AH000	m3	Excavación de zanja por acera MT	16,77	1	16,77
AH002	m3	Relleno de zanja por acera MT	18,97	0,8	15,17
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
MT28	m	Placa de protección	5,33	1	5,33
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	6	135,08
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm2 Al	5,26	6	31,56
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm2 Al	3,8	2	7,6
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					233,23
% de Costes Indirectos.....				3%	6,99
TOTAL.....					240,22 €

La partida asciende a doscientos cuarenta euros con veintidos céntimos.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH031	m3	<u>INSTALACION RED DE MT Y BT BAJO ACERA (una terna de cables MT y tres de BT)</u> Red eléctrica de media y baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm2 Al 12/20 kV para media tensión y RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm2 para baja tensión, los conductores se colocarán a distintas alturas quedando siempre los de MT en la parte más baja de la zanja. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,6	6,86
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,6	6,69
AH000	m3	Excavación de zanja por acera MT	16,77	1	16,77
AH002	m3	Relleno de zanja por acera MT	18,97	0,8	15,17
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
MT28	m	Placa de protección	5,33	1	5,33
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3	67,54
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm2 Al	5,26	9	47,34
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm2 Al	3,8	3	11,4
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					185,27
% de Costes Indirectos.....				3%	5,55
TOTAL.....					190,82 €

La partida asciende a ciento noventa euros con ochenta y dos céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

4.1.2.- Centros de Transformación PFU.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH032	Ud	EDIFICIO PREFABRICADO DE ORMAZABAL PFU-4/20 Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-4/20, de dimensiones generales aproximadas 4.480 mm de largo por 2.380 mm de fondo por 3.045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje y accesorios.			
CT00	Ud	Obra civil	6.576	1	6.576
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					6.576
% de Costes Indirectos.....					3% 197,28
TOTAL.....					6.773,28 €

La partida asciende a seis mil setecientos setenta y tres euros con veintiocho céntimos.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH033	Ud	EQUIPOS DE MEDIA TENSION PARA C.T. PFU-4/20 Entrada / Salida 1: CGMcosmos L-24. Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1.740 mm • Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.			
CT01	Ud		2.319	1	2.319
CT02	Ud	E/S2,E/S3,PT1: CGMcosmos (2L + P) - 24. Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, extensible y preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 21 kA / 52,5 kA • Dimensiones: 1.190 mm / 735 mm / 1.740 mm • Mando 1: manual tipo B • Mando 2: manual tipo B • Mando (fusibles): manual tipo BR Se incluyen el montaje y conexión.			
			7.902	1	7.902
CT03	Ud	Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV. Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152. En el otro extremo son del tipo enchufable recta y modelo K-152.			
			997	1	997
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					11.218
% de Costes Indirectos.....					3% 336,54
TOTAL...					11.554,54 €

La partida asciende a once mil quinientos cincuenta y cuatro euros con cincuenta y cuatro céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción		
AH034	Ud	EQUIPO DE POTENCIA PARA C.T. PFU-4/20		
		Transformador 1: Transformador silicona 24 kV.		
		Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural		
CT04	Ud	silicona, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.		
		Se incluye también una protección con Termómetro.		
		Precio	Cantidad	Total
		7.007	1	7.007
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				7.007
% de Costes Indirectos.....				3% 210,21
TOTAL.....				7.217,21 €

La partida asciende a siete mil doscientos diecisiete euros con veintiún céntimos.

Código	Ud.	Descripción		
AH035	Ud	EQUIPOS DE BAJA TENSION PARA C.T. PFU-4/20		
		Cuadros BT - B2 Transformador 1: Cuadros Baja Tensión.		
CT05	Ud	Cuadro de BT UNESA, con 4 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria.		
		Precio	Cantidad	Total
		1.598	1	1.598
		Puentes BT - B2 Transformador 1.		
		Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.		
CT06	Ud			
		Precio	Cantidad	Total
		389	1	389
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				1.987
% de Costes Indirectos.....				3% 59,61
TOTAL...				2.046,61 €

La partida asciende a dos mil cuarenta y seis euros con sesenta y un céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH036	Ud	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA C.T. PFU-4/20			
Instalaciones de tierras exteriores					
		Tierras Exteriores Prot. Transformación: Anillo rectangular. Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.			
CT07	Ud	Características: <ul style="list-style-type: none">• Geometría: Anillo rectangular• Profundidad: 0,5 m• Número de picas: cuatro• Longitud de picas: 2 metros• Dimensiones del rectángulo: 5.0x2.5 m			
			Precio	Cantidad	Total
			1.223	1	1.223
Instalaciones de tierras exteriores					
		Tierras Exteriores Serv. Transformación: Picas alineadas. Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.			
CT08	Ud	Características: <ul style="list-style-type: none">• Geometría: Picas alineadas• Profundidad: 0,8 m• Número de picas: dos• Longitud de picas: 2 metros• Distancia entre picas: 3 metros			
			Precio	Cantidad	Total
			601	1	601
Instalaciones de tierras interiores					
		Tierras Interiores Prot. Transformación: Instalación interior tierras. Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartamentada de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.			
CT09	Ud				
			Precio	Cantidad	Total
			403	1	403
Instalaciones de tierras interiores					
		Tierras Interiores Serv. Transformación: Instalación interior tierras. Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.			
CT10	Ud				
			Precio	Cantidad	Total
			403	1	403
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					2.630
% de Costes Indirectos.....				3%	78,9
TOTAL...					2.708,90 €
La partida asciende a dos mil setecientos ocho euros con noventa céntimos.					

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH037	Ud	ELEMENTOS EXTRA PARA C.T. PFU-4/20			
Defensa de Transformadores					
CT11	Ud	Protección metálica para defensa del transformador.			
			Precio	Cantidad	Total
			233	1	233
Iluminación del Edificio de Transformación					
CT12	Ud	Equipo de iluminación compuesto de:			
		<ul style="list-style-type: none">• Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.• Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.			
			Precio	Cantidad	Total
			389	1	389
Equipo de seguridad y maniobra					
CT13	Ud	Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:			
		<ul style="list-style-type: none">• Banquillo aislante• Par de guantes de amianto• Extintor de eficacia 89B• Una palanca de accionamiento• Armario de primeros auxilios			
			Precio	Cantidad	Total
			480	1	480
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					1.102
% de Costes Indirectos.....					3%
					33,06
TOTAL...					1.135,06 €
La partida asciende a mil ciento treinta y cinco euros con seis céntimos.					

4.1.3.- Centros de Transformación MINIBLOK.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH038	Ud	EDIFICIO PREFABRICADO DE ORMAZABAL MINIBLOK-24 Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo miniBLOK - 24, de dimensiones generales aproximadas 2.100 mm de largo por 2.100 mm de fondo por 2.240 mm de alto. Incluye el edificio, todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje, accesorios y apartamentado interior que esta formada sobre un bastidor.			
CT14	Ud	Obra civil	5.114	1	5.114
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					5.114
% de Costes Indirectos.....					3% 153,42
TOTAL.....					5.267,42 €

La partida asciende a cinco mil doscientos sesenta y siete euros con cuarenta y dos céntimos.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH039	Ud	EQUIPOS DE MEDIA TENSION PARA C.T. MINIBLOK-24 E/S1,E/S2,PT1: CGMcosmos (2L + P) - 24. Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, extensible y preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 21 kA / 52,5 kA • Dimensiones: 1.190 mm / 735 mm / 1.300 mm • Mando 1: manual tipo B • Mando 2: manual tipo B • Mando (fusibles): manual tipo BR Se incluyen el montaje y conexión.			
CT15	Ud		7.902	1	7.902
CT16	Ud	Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV. Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K-158-LR. En el otro extremo son del tipo enchufable acodada y modelo K-158-LR.			
			Precio	Cantidad	Total
			997	1	997
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					8.899
% de Costes Indirectos.....					3% 266,97
TOTAL...					9.165,97 €

La partida asciende a nueve mil ciento sesenta y cinco euros con noventa y siete céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH040	Ud	EQUIPO DE POTENCIA PARA C.T. MINIBLOK-24			
CT17	Ud	Transformador 1: Transformador aceite 24 kV. Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.			
			6.000	1	6.000
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					6.000
% de Costes Indirectos.....					3% 180
TOTAL.....					6.180,00 €

La partida asciende a seis mil ciento ochenta euros

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH041	Ud	EQUIPOS DE BAJA TENSION PARA C.T. MINIBLOK-24			
CT18	Ud	Cuadros BT - B2 Transformador 1: Cuadros Baja Tensión. Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria.			
			1.598	1	1.598
CT19	Ud	Puentes BT - B2 Transformador 1. Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.			
			389	1	389
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					1.987
% de Costes Indirectos.....					3% 59,61
TOTAL...					2.046,61 €

La partida asciende a dos mil cuarenta y seis euros con sesenta y un céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH042	Ud	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA C.T. MINIBLOK-24			
Instalaciones de tierras exteriores					
CT20	Ud	Tierras Exteriores Prot. Transformación: Anillo rectangular. Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro.			
		Características:			
		• Geometría: Anillo rectangular			
		• Profundidad: 0,5 m			
		• Número de picas: cuatro			
		• Longitud de picas: 2 metros			
		• Dimensiones del rectángulo: 3.0x3.0 m			
			Precio	Cantidad	Total
			1.223	1	1.223
CT08	Ud	Tierras Exteriores Serv. Transformación: Picas alineadas. Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.			
		Características:			
		• Geometría: Picas alineadas			
		• Profundidad: 0,8 m			
		• Número de picas: dos			
		• Longitud de picas: 2 metros			
		• Distancia entre picas: 3 metros			
			Precio	Cantidad	Total
			601	1	601
Instalaciones de tierras interiores					
CT09	Ud	Tierras Interiores Prot. Transformación: Instalación interior tierras. Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.			
			Precio	Cantidad	Total
			403	1	403
CT10	Ud	Tierras Interiores Serv. Transformación: Instalación interior tierras. Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.			
			Precio	Cantidad	Total
			403	1	403
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					2.630
% de Costes Indirectos.....				3%	78,9
TOTAL...					2.708,90 €
La partida asciende a dos mil setecientos ocho euros con noventa céntimos.					

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción		
AH043	Ud	ELEMENTOS EXTRA PARA C.T. MINIBLOK-24		
Iluminación del Edificio de Transformación				
CT21	Ud	Equipo de iluminación compuesto de: Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.		
		Precio	Cantidad	Total
		250	1	250
Equipo de seguridad y maniobra				
CT22	Ud	Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: • Par de guantes de amianto • Una palanca de accionamiento		
		Precio	Cantidad	Total
		200	1	200
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				450
% de Costes Indirectos.....			3%	13,5
TOTAL...				463,50 €

La partida asciende a cuatrocientos sesenta y tres euros con cincuenta céntimos.

4.1.4.- Cajas generales de protección.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH044	Ud	<u>INSTALACION CAJA GENERAL DE PROTECCION</u> Instalación de caja general de protección de 250 A incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 250 A para protección de la línea general de alimentación situada en fachada o nicho mural. Totalmente instalada.			
CD04	h	Oficial de primera	10,71	2,5	26,77
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	2	22,88
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	2	22,3
CD00	h	Peón ordinario	10,24	1,25	12,8
MT29	m3	Hormigón H-200/40 elaborado en obra	96,26	0,15	14,44
CGP00	Ud	Caja General de Protección CGP-10	368	1	368
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					467,19
% de Costes Indirectos.....					3% 14,01
TOTAL.....					481,20 €

La partida asciende a cuatrocientos ochenta y un euros con veinte céntimos.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH045	Ud	<u>INSTALACION CAJA GENERAL DE PROTECCION Y MEDIDA (1 abonado)</u> Instalación de caja general de protección y medida para suministro monofásico hasta 63 A a un solo abonado, además también se incluye el armario de seccionamiento. Totalmente instalada.			
CD04	h	Oficial de primera	10,71	2,75	29,45
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	2,5	28,6
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	2,5	27,87
CD00	h	Peón ordinario	10,24	1,75	17,92
MT29	m3	Hormigón H-200/40 elaborado en obra	96,26	0,3	28,87
CGP01	Ud	Caja GPM CPM1-D2-M	110,2	1	110,2
CGP02	Ud	Armario de sección. CS-250/400-E	351	1	351
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					593,91
% de Costes Indirectos.....					3% 17,81
TOTAL.....					611,72 €

La partida asciende a seiscientos once euros con setenta y dos céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH046	Ud	<u>INSTALACION CAJA GENERAL DE PROTECCION Y MEDIDA</u> <u>(2 abonados)</u>			
		Instalación de caja general de protección y medida para suministro monofásico hasta 63 A a dos abonados, además también se incluye el armario de seccionamiento. Totalmente instalada.			
			Precio	Cantidad	Total
CD04	h	Oficial de primera	10,71	2,75	29,45
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	2,5	28,6
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	2,5	27,87
CD00	h	Peón ordinario	10,24	1,75	17,92
MT29	m3	Hormigón H-200/40 elaborado en obra	96,26	0,3	28,87
CGP01	Ud	Caja GPM CPM3-D2/2-M	266,16	1	266,16
CGP02	Ud	Armario de sección. CS-250/400-E	351	1	351
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					749,87
% de Costes Indirectos.....				3%	22,49
TOTAL.....					772,36 €

La partida asciende a setecientos setenta y dos euros con treinta y seis céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

4.2.- Presupuestos totales.

4.2.1.- Instalaciones de MT y BT.

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Precio	Total
AH010	m3	101	Instalación red de MT bajo acera (una terna de cables MT)	115,90	11.705,90
AH011	m3	25	Instalación red de MT bajo acera (dos ternas de cables MT)	192,53	4.813,25
AH012	m3	80	Instalación red de MT bajo calzada (una terna de cables MT)	164,39	13.151,20
AH013	m3	169	Instalación red de BT bajo acera (una terna de cables BT: 3x240 + 1x150)	77,49	13.095,81
AH014	m3	391	Instalación red de BT bajo acera (una terna de cables BT: 3x150 + 1x95)	66,50	26.001,50
AH015	m3	115	Instalación red de BT bajo acera (una terna de cables BT: 3x95 + 1x50)	60,49	6.956,35
AH016	m3	334	Instalación red de BT bajo acera (dos ternas de cables BT: 2x(3x240 + 1x150))	118,04	39.425,36
AH017	m3	183	Instalación red de BT bajo acera (dos ternas de cables BT: 2x(3x150 + 1x95))	96,06	17.578,98
AH018	m3	42	Instalación red de BT bajo acera (dos ternas de cables BT: 2x(3x95 + 1x50))	84,03	3.529,26
AH019	m3	12	Instalación red de BT bajo acera (tres ternas de cables BT: 2x(3x240 + 1x150) + 1x(3x150 + 1x95))	141,69	1.700,28
AH020	m3	11	Instalación red de BT bajo calzada (una terna de cables BT: 3x150 + 1x95)	114,35	1.257,85
AH021	m3	47	Instalación red de BT bajo calzada (dos ternas de cables BT: 2x(3x240 + 1x150))	168,44	7.916,68
AH022	m3	19	Instalación red de BT bajo calzada (dos ternas de cables BT: 2x(3x150 + 1x95))	146,46	2.782,74
AH023	m3	206	Instalación red de MT y BT bajo acera (una terna de cables MT y una de BT: 3x150 + 1x95)	145,46	29.964,76
AH024	m3	28	Instalación red de MT y BT bajo acera (una terna de cables MT y una de BT: 3x95 + 1x50)	139,45	3.904,60
AH025	m3	8	Instalación red de MT y BT bajo calzada (una terna de cables MT y una de BT: 3x150 + 1x95)	203,90	1.631,20
AH026	m3	208	Instalación red de MT y BT bajo acera (una terna de cables MT y dos de BT: 2x(3x240 + 1x150))	190,11	39.542,88
AH027	m3	161	Instalación red de MT y BT bajo acera (una terna de cables MT y dos de BT: 2x(3x150 + 1x95))	168,13	27.068,93
AH028	m3	55	Instalación red de MT y BT bajo acera (una terna de cables MT y dos de BT: 2x(3x95 + 1x50))	156,10	8.585,50

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Precio	Total
AH029	m3	9	Instalación red de MT y BT bajo calzada (una terna de cables MT y dos de BT: 2x(3x150 + 1x95))	229,58	2.066,22
AH030	m3	4	Instalación red de MT y BT bajo acera (dos ternas de cables MT y dos de BT: 2x(3x150 + 1x95))	240,22	960,88
AH031	m3	35	Instalación red de MT y BT bajo acera (una terna de cables MT y tres de BT: 3x(3x150 + 1x95))	190,82	6.678,70
AH044	Ud	65	Instalación Caja General de Protección	481,20	31.278
AH045	Ud	2	Instalación Caja General de Protección y Medida (1 abonado)	611,72	1.223,44
AH046	Ud	178	Instalación Caja General de Protección y Medida (2 abonados)	772,36	137.480,08
AH047	Ud	1	Derivación Línea de Media Tensión	743,37	743,37
AH050	Ud	1	Entronque Aéreo-Subterráneo	4.351,55	4.351,55
AH051	Ud	4	Empalmes Conductor MT	178,62	714,48
AH052	Ud	8	Empalmes Conductor BT 240 mm ² (SJ2)	33,90	271,20
AH053	Ud	7	Empalmes Conductor BT 150 mm ² (SJ2)	33,90	237,30
AH054	Ud	3	Empalmes Conductor BT 95 mm ² (SJ1)	32,10	96,30
TOTAL INSTALACIONES DE MT Y BT.....				446.714,55 €	
La partida asciende a un total de cuatrocientos cuarenta y seis mil setecientos catorce euros con cincuenta y cinco céntimos					

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

4.2.2.- Instalaciones de los CT.

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Precio	Total
AH032	Ud	1	Edificio prefabricado de Ormazabal PFU-4/20	6.773,28	6.773,28
AH033	Ud	1	Equipos de Media Tensión para CT PFU-4/20	11.554,54	11.554,54
AH034	Ud	1	Equipo de Potencia para CT PFU-4/20	7.217,21	7.217,21
AH035	Ud	1	Equipos de Baja Tensión para CT PFU-4/20	2.046,61	2.046,61
AH036	Ud	1	Sistema de Puesta a Tierra para CT PFU-4/20	2.708,90	2.708,90
AH037	Ud	1	Elementos extra para CT PFU-4/20	1.135,06	1.135,06
AH038	Ud	9	Edificio prefabricado de Ormazabal MINIBLOK-24	5.267,42	47.406,78
AH039	Ud	9	Equipos de Media Tensión para CT MINIBLOK-24	9.165,97	82.493,73
AH040	Ud	9	Equipo de Potencia para CT MINIBLOK-24	6.180	55.620
AH041	Ud	9	Equipos de Baja Tensión para CT MINIBLOK-24	2.046,61	18.419,49
AH042	Ud	9	Sistema de Puesta a Tierra para CT MINIBLOK-24	2.708,90	24.380,10
AH043	Ud	9	Elementos extra para CT MINIBLOK-24	463,5	4.171,50
AH051	Ud	1	Fusibles BT Tipo NH gL/gG de 100 A en cajas de 3 unidades	12,05	12,05
AH052	Ud	2	Fusibles BT Tipo NH gL/gG de 125 A en cajas de 3 unidades	12,05	24,1
AH053	Ud	2	Fusibles BT Tipo NH gL/gG de 160 A en cajas de 3 unidades	12,05	24,1
AH054	Ud	5	Fusibles BT Tipo NH gL/gG de 200 A en cajas de 3 unidades	12,05	60,25
AH055	Ud	2	Fusibles BT Tipo NH gL/gG de 250 A en cajas de 3 unidades	12,05	24,1
AH056	Ud	3	Fusibles BT Tipo NH gL/gG de 315 A en cajas de 3 unidades	16,27	48,81
TOTAL INSTALACIONES DE LOS CT.....				264.120,61 €	
La partida asciende a un total de doscientos sesenta y cuatro mil ciento veinte euros con sesenta y un céntimos					

4.2.3.- Presupuesto total del proyecto.

Instalaciones de MT y BT.....	446.714,55 €
Instalaciones de los CT.....	264.120,61 €
Presupuesto de Ejecución de Material.....	710.835,16 €
13% Gastos Generales.....	92.408,57 €
6% Beneficio Industrial.....	42.650,11 €
Presupuesto de Ejecución de Contrato.....	845.893,84 €
16% IVA.....	135.343,01 €
Presupuesto de Licitación.....	981.236,85 €

El presupuesto de licitación del proyecto de “Electrificación de un polígono residencial” asciende a la cantidad total de novecientos ochenta y un mil doscientos treinta y seis euros con ochenta y cinco céntimos.

Firmado:

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad
Antonio Rubio Robles
D.N.I.: 48509280-A

Cartagena, 14 de Septiembre de 2009

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL

PLANOS



Proyecto Fin de Carrera realizado por:

Antonio Rubio Robles

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad

Tutores de Proyecto: Juan José Portero Rodríguez, Alfredo Conesa Tejerina

Curso 2008/2009

PLANOS

Indice

5.- Planos

- Plano N° 1:** Situación y emplazamiento.
- Plano N° 2:** Red de Media Tensión.
- Plano N° 3:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 1.
- Plano N° 4:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 2.
- Plano N° 5:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 3.
- Plano N° 6:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 4.
- Plano N° 7:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 5.
- Plano N° 8:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 6.
- Plano N° 9:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 7.
- Plano N° 10:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 8.
- Plano N° 11:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 9.
- Plano N° 12:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 10.
- Plano N° 13:** Zanjas para conductores bajo acera.
- Plano N° 14:** Zanjas para conductores bajo calzada.
- Plano N° 15:** Derivación y Entronque aéreo-subterráneo.
- Plano N° 16:** Centro de Transformación PFU.
- Plano N° 17:** Centro de Transformación MINIBLOK.
- Plano N° 18:** Esquema unifilar CT PFU.
- Plano N° 19:** Esquema unifilar CT MINIBLOK.
- Plano N° 20:** Red de Puesta a Tierra de los Centros de Transformación

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL

ANEXOS



Proyecto Fin de Carrera realizado por:
Antonio Rubio Robles
Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad
Tutores de Proyecto: Juan José Portero Rodríguez, Alfredo Conesa Tejerina

Curso 2008/2009

ANEXOS

Indice

Anexos

Anexo 1: Cable subterráneo de Baja Tensión.....	3
Anexo 2: Cajas Generales de Protección.....	12
Anexo 3: Cajas Generales de Protección y Medida. Armarios de distribución.....	38
Anexo 4: Cable subterráneo de Media Tensión.....	59
Anexo 5: Centros de Transformación tipo PFU y MINIBLOK.....	82

ANEXO 1

CABLE SUBTERRANEO DE BAJA TENSIÓN (RV 0,6/1 KV AL)

1 Objeto y campo de aplicación

Esta Norma (56.31.21) especifica las características que deben reunir y los ensayos que han de superar los cables unipolares de BT, con conductores de aluminio, tipo RV, destinados principalmente a las redes subterráneas de baja tensión a instalar en el ámbito de Iberdrola.

2 Normas de consulta

NI 00.08.00: Calificación de suministradores y productos tipificados.

UNE 21 022: Conductores de cables aislados.

UNE 21 167-1: Bobinas de madera para cables aislados. Características generales.

UNE HD 603-5N: Cables de distribución de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 5: Cables aislados con XLPE, no armados. Sección N: Cables sin conductor concéntrico (Tipo 5N).

3 Tipos normalizados, características esenciales y códigos

Los tipos normalizados y las características esenciales son los que figuran en la tabla 1:

Tabla 1

Tipos normalizados y características esenciales

Tipo constructivo	Tensión nominal kV	Sección mm ²	Nº mínimo alambres	Suministro Long \pm 2% m	Tipo bobina UNE 21 167-1	Código
RV	0,6/1	1 x 50	6	1600	10	5631225
		1 x 95	15	950	10	5631235
		1 x 150	15	1100	12	5631245
		1 x 240	30	750	12	5631255

La constitución del cable (ver figura 1) será la siguiente:

- Conductor: aluminio, sección circular, clase 2 UNE 21 022.
- Aislamiento: polietileno reticulado (R).
- Cubierta: PVC (V).

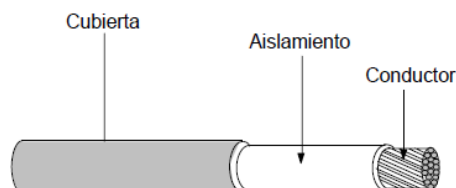


Fig. 1: Constitución del cable

4 Características y ensayos

Estos cables responderán a lo establecido en la UNE HD 603-5N.

5 Designación

Estos cables se designarán mediante una serie de siglas y números cuyo significado es el siguiente:

- RV: aislamiento de polietileno reticulado (R) y Cubierta de PVC (V).
- 0,6/1 kV: tensión asignada del cable.
- Sección: valor, en mm² de la sección del conductor.
- K: conductor circular y compacto.
- Al: conductor de aluminio.

Ejemplo de denominación:

Cable RV 0,6/1 kV 1x150 K Al NI 56.31.21.

6 Marcas

Llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante.
- Designación completa.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Indicación de calidad concertada (cuando la tenga)

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

7 Utilización

En las instalaciones de líneas subterráneas de BT a construir por Iberdrola o por terceros que posteriormente pasarán a ser explotadas por Iberdrola, se utilizará en las derivaciones o acometidas a las CGP (cajas generales de protección), y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT.

8 Suministro

Estos cables se suministran en bobinas indicadas en la tabla 1 y en las longitudes allí reflejadas de suministro, con una tolerancia de $\pm 2\%$.

Se aceptarán hasta un 5% de bobinas con longitudes de cable diferentes a las fijadas, siempre que esta diferencia no sea superior al 50%.

El cierre de las bobinas se realizará con duelas de madera. Iberdrola podrá, no obstante, admitir otros sistemas (Ver Anexo A).

Los extremos de los cables, irán protegidos contra la penetración de agua, mediante un capuchón retráctil, o por otro método aprobado por Iberdrola.

9 Calificación y recepción

9.1 Calificación

Con carácter general, la inclusión de suministradores y productos se realizará siempre de acuerdo con lo establecido en la Norma NI 00.08.00: "Calificación de suministradores y productos tipificados".

La calificación incluirá la realización de los ensayos y verificaciones indicados en los capítulos 4 y 6 de esta Norma.

Iberdrola se reserva el derecho de repetir ciertos ensayos realizados previamente por el fabricante o en los procesos de obtención de marcas de calidad.

Después del proceso de fabricación, se elaborará por cada fabricante y modelo un anexo de gestión de calidad a realizar por Iberdrola.

9.2 Recepción

Los criterios de recepción podrán variar a juicio de Iberdrola, en función del Sistema de Calidad Implantado en fábrica y de la relación Iberdrola- Suministrador, en lo que respecta a este producto (experiencia acumulada, calidad concertada, etc.). En principio se seguirá el criterio establecido en la UNE HD 603-5N.

ANEXO A

A.1 Suministro: cierre de las bobinas

Generalidades

Aún cuando en la norma se establece que el cierre de las bobinas se realice mediante duelas de madera, Iberdrola podrá admitir otros sistemas.

Para la aprobación de un determinado sistema el fabricante del cable o, en su caso, el fabricante del sistema de cierre, presentará su o sus alternativas a Iberdrola quien, en caso de que, a su juicio, sea satisfactorio, lo autorizará y lo incluirá expresamente en la norma NI del cable correspondiente, tal y como a continuación se indica.

A.1.1 Sistemas alternativos aprobados

A.1.1.1 Sistema de láminas de fibras de madera (Nolco Flex).- Constituido por láminas de fibras de madera protegidas con plástico exteriormente, este embalaje resulta hidrófugo y cumple las siguientes características:

- Resistencia a la penetración ≥ 350 daN/cm².
- Resistencia a la flexión ≥ 14 N/mm².

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Resistencia a la compresión: reducción máxima del espesor de la lámina en un 50% cuando se aplican $\geq 15 \text{ daN/cm}^2$.



CABLES DE BAJA TENSIÓN



SÍMBOLOS



- NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA – UNE-EN 50265 – IEC 60332.1



- NO PROPAGACIÓN DEL INCENDIO – UNE-EN 50266 – IEC 60332.3



- RESISTENTE AL FUEGO – UNE-EN 50200 – IEC 60331



- BAJA OPACIDAD DE LOS HUMOS EMITIDOS – UNE-EN 50268 – IEC 61034



- LIBRE DE HALÓGENOS – UNE-EN 50267-2-1 – IEC 60754.1



- BAJA ACIDEZ Y CORROSIVIDAD DE LOS GASES EMITIDOS – UNE-EN 50267-2-2 Y 2-3 – IEC 60754.2



- PROTECCIÓN MECÁNICA CONTRA ROEDORES



- CONDUCTOR FLEXIBLE



- RESISTENCIA MECÁNICA



- SERVICIOS DUROS



- RESISTENCIA A LA INTEMPERIE



- RESISTENCIA A LOS ACEITES MINERALES



- RESISTENCIA A LOS HIDROCARBUROS – ED-P16



- REDUCIDO RADIO DE CURVATURA



- PROTECCIÓN FRENTE A LAS INTERFERENCIAS ELECTROMAGNÉTICAS



- ESTANCO



- TRABAJO A MUY BAJA TEMPERATURA (-40 °C)

ENERGY RV Al

Tensión 0,6/1 kV



NORMAS CONSTRUCTIVAS:	NACIONAL/EUROPEA	INTERNACIONAL
IEC 60502 HD 603 (CENELEC)	UNE-EN 50265	IEC 60332.1

CONSTRUCCIÓN:

- 1.- **CONDUCTOR:**
Aluminio semirígido clase 2.
- 2.- **AISLAMIENTO:**
Polietileno reticulado (R).
- 3.- **CUBIERTA:**
Policloruro de vinilo (V).

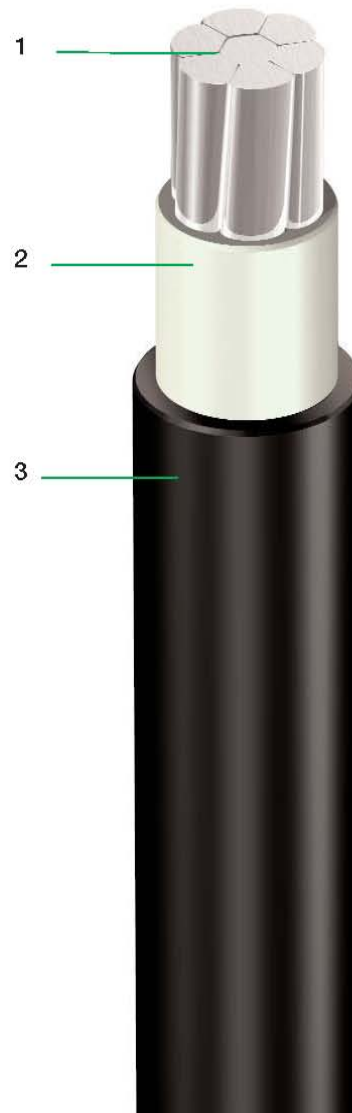
APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

Cable de distribución de energía de baja tensión para instalaciones al aire, entubadas y/o enterradas.

Temperatura máxima del conductor en servicio permanente 90°C.

Los cables ENERGY RV Al son productos certificados con la marca AENOR.

Los cables ENERGY RV Al cumplen en toda su gama con la No Propagación de la llamas según UNE-EN 50265 (correspondiente norma internacional IEC 60332.1).



Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial

Autor: Antonio Rubio Robles

ENERGY
RV AI



Tensión 0,6/1 kV

CÓDIGO	SECCIÓN	DIÁMETRO EXTERIOR	PESO	RADIO DE CURVATURA	INTENSIDAD		CAIDA DE TENSIÓN	
					AL AIRE 40 °C	ENTERRADA 25 °C	COS μ =0,8	COS μ =1
	mm ²	mm	kg/km	mm	A	A	V/A.km	V/A.km
1068111*	1 x 16	9,0	105	37	67	97	3,49	4,00
1068112*	1 x 25	10,5	150	43	93	125	2,23	2,56
1068113*	1 x 35	11,5	180	47	115	150	1,64	1,83
1068114*	1 x 50	12,9	230	55	140	180	1,23	1,28
1068115*	1 x 70	14,7	305	60	180	220	0,88	0,92
1068116*	1 x 95	16,8	400	70	220	260	0,66	0,67
1068117*	1 x 120	18,5	490	75	260	295	0,53	0,53
1068118*	1 x 150	20,4	595	85	300	330	0,45	0,43
1068119*	1 x 185	22,5	725	95	350	375	0,38	0,35
1068120*	1 x 240	25,3	930	130	420	430	0,30	0,27

* Secciones en stock habitual.

INTENSIDADES MÁXIMAS DE CORTOCIRCUITO (kA)



Intensidades máximas admisibles de cortocircuito en kA para los cables aislados con materiales termoestables como el polietileno reticulado (XLPE) o el etileno propileno (EPR) en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Conductores de aluminio

Sección mm ²	Duración del cortocircuito en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
16	4,70	3,25	2,72	2,11	1,49	1,22	1,06	0,94	0,86
25	7,35	5,08	4,25	3,33	2,33	1,90	1,65	1,48	1,35
35	10,29	7,11	5,95	4,62	3,26	2,66	2,31	2,07	1,89
50	14,70	10,15	8,50	6,60	4,65	3,80	3,30	2,95	2,70
70	20,58	14,21	11,90	9,24	6,51	5,32	4,62	4,13	3,78
95	27,93	19,29	16,15	12,54	8,84	7,22	6,27	5,61	5,13
120	35,28	24,36	20,40	15,84	11,16	9,12	7,92	7,08	6,48
150	44,10	30,45	25,50	19,80	13,95	11,40	9,90	8,85	8,10
185	54,39	37,56	31,45	24,42	17,21	14,06	12,21	10,92	9,99
240	70,56	48,72	40,80	31,68	22,32	18,24	15,84	14,16	12,96
300	88,20	60,90	51,00	39,60	27,90	22,80	19,80	17,70	16,20
400	117,60	81,20	68,00	52,80	37,20	30,40	26,40	23,60	21,60
500	147,00	101,50	85,00	66,00	46,50	38,00	33,00	29,50	27,00
630	185,22	127,89	107,10	83,16	58,59	47,88	41,58	37,17	34,02

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial

Autor: Antonio Rubio Robles

EMPALMES CASTHORS

EMPALMES POR VERTIDO DE RESINA TIPO SJ



Características

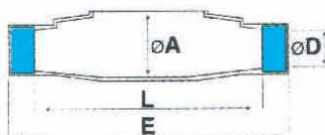
Conjunto formado por una carcasa transparente, una bolsa de resina polimerizable en frío para el relleno de la carcasa, accesorios necesarios (a excepción de los manguitos de unión) e instrucciones de montaje. Estanqueidad total a la inmersión, por lo que es directamente enterrable.

Aplicación

Derivación de cables de la Red Eléctrica B.T., tipo alumbrado público, industrial o de señalización, hasta 1 kV de tensión nominal. Para usos entre 1 kV y 6 kV se ruega consultar.

Tipos de cables

Unipolares o multipolares.
Alma cableada o maciza, cobre o aluminio.
Cable armado o no armado.
Cable de aislamiento sintético o de papel impregnado de materia no migrante.



DIMENSIONES

Designación	D máx. (mm)	L (mm)	E (mm)	A (mm)	Referencia
SJ1	21	150	195	32	720.601
SJ2	28	200	245	45	720.602
SJ3	36	280	325	52	720.603
SJ4	48	356	400	65	720.604

EMPALMES

APLICACION CABLES 0,6 / 1 kV				
Designación	Unipolares (mm)	Tripolares (mm)	Tetrapolares (mm)	Referencia
SJ1	2,5-120	1,5-10	1,5-10	720.601
SJ2	150-240	16-35	16-35	720.602
SJ3	300-400	50-70	50-70	720.603
SJ4	500-630	95-150	95-120	720.604

Nota: Las aplicaciones indicadas se refieren a cables no armados con conductores de cobre. Para casos no indicados ver tabla "tipo de conductores". (pág. 6)

ANEXO 2

CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN (CGP)

Siguiendo la norma particular de Iberdrola NI 76.50.01 en la que se especifican las características de las CGP y los distintos ensayos a realizar en ellas, mostramos ahora toda esa información.

1 Objeto

Esta norma fija los tipos de cajas generales de protección (CGP) que deberán utilizarse en el ámbito de Iberdrola. Establece, además, por referencia, las características que deben cumplir y los ensayos que deben satisfacer.

2 Campo de aplicación

Esta norma se aplicará a las CGP hasta 400 A, con bases con o sin dispositivo extintor de arco, para instalación adosada o en hornacinas o muros de cierre o colocadas sobre zócalos.

3 Normas de consulta (mirar en NI 76.50.01)

4 Tipos normalizados: características esenciales y códigos. Designación. Denominación

Los esquemas eléctricos de las CGP normalizadas se representan en la figura 1, correspondiendo a los tipos y designaciones que se indican en la tabla 1.

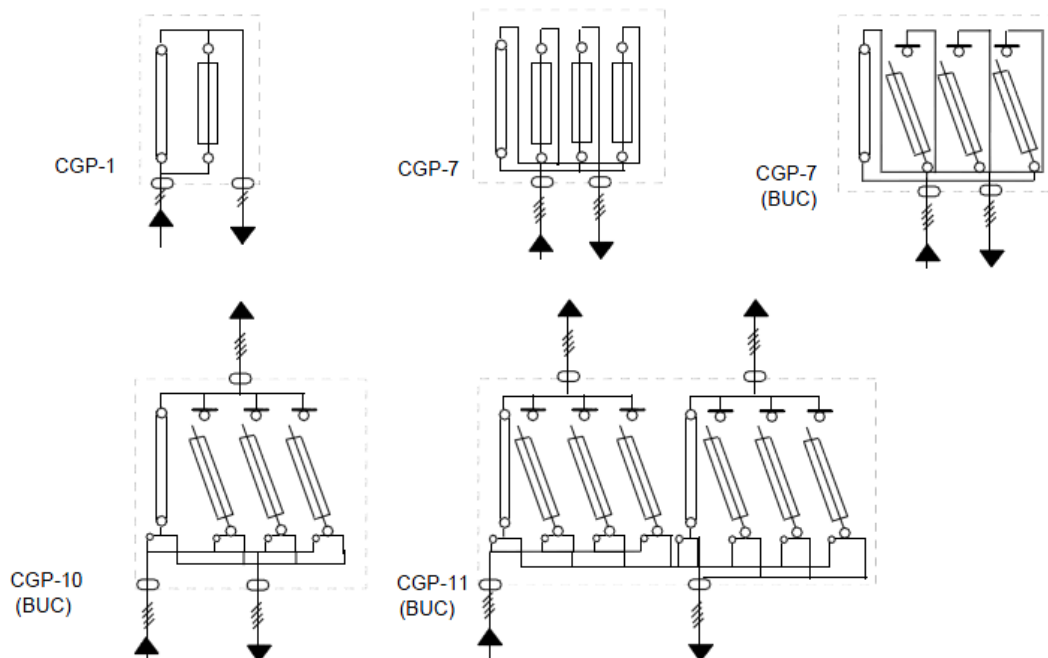


Fig. 1: Esquemas eléctricos de CGP*

* La entrada y salida de los cables no prejuzga el tipo de los dispositivos de ajuste.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

En la tabla 1 se indican las CGP normalizadas, número y tamaño de los cortacircuitos fusibles.

Tabla 1

Tipos de CGP normalizadas, características esenciales y códigos

Designación	Cortacircuitos fusibles			Utiliza- ción	Códigos
	Bases		Fusibles		
	Número	Tamaño	I máx. A		
CGP-1-100	1	22x58	80*	Exterior	7650003
CGP-7-100	3	22x58	80*	Exterior	7650007
CGP-7-160	3	00**	160	Exterior	7650008
CGP-7-250/BUC	3	1 (BUC)	250	Exterior / interior	7650010
CGP-7-400/BUC	3	1 (BUC)	400	Exterior / interior	7650011
CGP-10-250/BUC	3	1 (BUC)	250	Interior	7650018
CGP-11-250/250/BUC	3/3	1 (BUC)	250	Interior	7650019

* La corriente máxima del cartucho fusible será 80 A de acuerdo con el resultado satisfactorio del ensayo de calentamiento, con bases normalizadas del tamaño 22x58 e intensidad asignada de 100 A.

** En estudio su paso a BUC

El significado de las siglas que conforman la designación es el que se indica en la tabla 2.

Tabla 2

Designación de las CGP

Designación	Significado de las siglas				
	CGP	(1)	(2)	(3)	BUC*
CGP-(1)-(2)/BUC*	Caja General de protección	Esquema según la figura 1	Intensidad máxima del fusible que debe colocar, en amperios		Base unipolar cerrada
CGP-(1)-(2)/(3)/BUC			Intensidad máxima del fusible que se debe colocar en el primer circuito, en amperios	Intensidad máxima del fusible que se debe colocar en el segundo circuito, en amperios	

* Corresponderá a las CGP que, en su caso, incorporen bases unipolares cerradas con dispositivo extintor de arco.

5 Características de las CGP

5.1 Características eléctricas

5.1.1 Tensión asignada

La tensión asignada es de 500 V.

5.1.2 Intensidad asignada

Se corresponde con el componente (2) de la designación, expresado en la tabla 2 y serán las siguientes: 100-160-250-400 A. En las CGP-10, y CGP-11, el circuito destinado al paso de la energía estará previsto para una corriente de 400 A.

5.1.3 Rigidez dieléctrica

Los valores de las tensiones de ensayo serán los siguientes:

- a) A frecuencia industrial, durante 1 minuto:
 - 2.500 V, entre partes activas de polaridades diferentes, estando establecida la continuidad de los circuitos,
 - 5.250 V, entre partes activas y masa.
- b) Con impulsos de tipo rayo se aplicarán 8 kV entre partes activas y masa.

5.1.4 Calentamiento

Los calentamientos máximos admisibles son los indicados en el apartado 8.1.7.

5.2 Características constructivas

5.2.1 Generales

Las partes interiores de las CGP serán accesibles, para su manipulación y mantenimiento, por la cara frontal de las mismas. Las CGP, dispuestas en posición de servicio, cumplirán las condiciones de protección por aislamiento total, especificadas en el apartado 7.4.3.2.2 de la Norma UNE EN 60 439-1.

5.2.1.1 Materiales

Las CGP deben construirse con materiales aislantes, de clase térmica A como mínimo, según la Norma UNE 21 305, capaces de soportar las sollicitaciones mecánicas y térmicas, así como los efectos de la humedad, susceptibles de presentarse en servicio normal. En los dispositivos de entrada y salida de los cables, se admiten materiales aislantes de clase térmica Y.

5.2.1.2 Grado de protección

El grado de protección de las CGP, según la Norma UNE 20 324, contra la penetración de cuerpos sólidos y líquidos, será IP 43. El grado de protección contra los impactos mecánicos será IK 08, según la Norma UNE EN 50 102.

5.2.1.3 Ventilación

Las CGP deberán tener su interior ventilado con el fin de evitar las condensaciones. Los elementos que proporcionen esta ventilación no deberán reducir el grado de protección establecido.

5.2.2 Dimensiones

Serán las indicadas por el fabricante, una vez cumplidos los ensayos correspondientes.

5.2.3 Tapa y dispositivo de cierre

Las CGP dispondrán de un sistema mediante el que la tapa, en posición abierta, quede unida al cuerpo de la caja sin que entorpezca la realización de trabajos en el interior. En los casos en los que la tapa esté unida a la CGP mediante bisagras, su ángulo de apertura será superior a 130° o será fácilmente desmontable. El cierre de las tapas se realizará mediante dispositivos de cabeza triangular, de 11 mm de lado, con las tolerancias indicadas en la figura 2. En el caso que los dispositivos de cierre sean tornillos, estos deberán ser imperdibles. Todos estos dispositivos tendrán un orificio de 2 mm de diámetro, como mínimo, para el paso del hilo de precinto.

5.2.4 Dispositivos de fijación de las CGP

Las CGP estarán diseñadas de forma tal que se puedan instalar mediante los correspondientes elementos de fijación, manteniendo la rigidez dieléctrica y el grado de protección previsto para cada una de ellas.

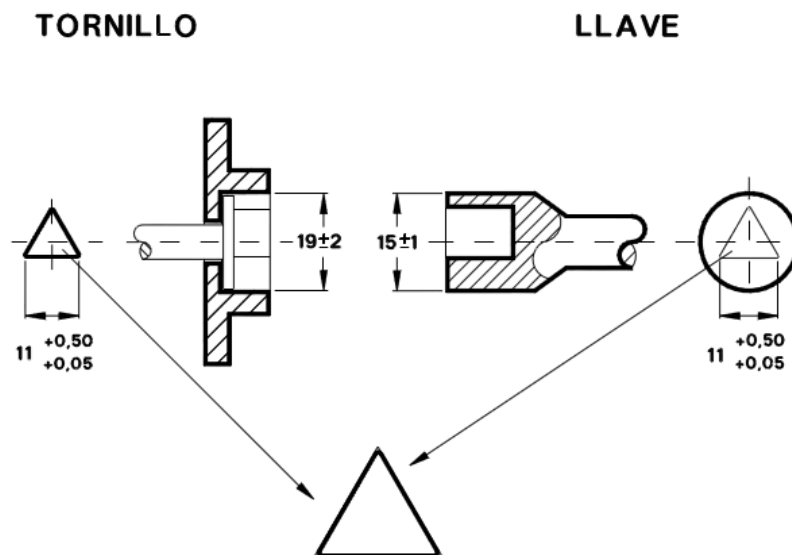


Fig. 1.-Dispositivo de cierre de cabeza triangular

5.2.5 Entrada y salida de los cables

La disposición para entrada y salida de los cables por la parte inferior de las CGP de intensidades superiores a 100 A, será tal que permita la conexión de los mismos

sin necesidad de ser enhebrados. Los cables que salgan por la parte superior deberán enhebrarse.

Las CGP de intensidades superiores a 100 A dispondrán de un orificio independiente que permita el paso de un cable aislado, de hasta 50 mm², para la puesta a tierra del neutro. Este cable deberá instalarse por enhebrado.

Los orificios para el paso de los cables llevarán incorporados dispositivos de ajuste, que se suministrarán colocados en su emplazamiento o en el interior de las CGP.

Los dispositivos de ajuste dispondrán de un sistema de fijación tal que permita que, una vez instalados, sean solidarios con la CGP, pero que, en cuanto se abra la CGP, sean fácilmente desmontables.

Cuando el acceso de los cables a las CGP esté previsto mediante tubos de protección, la arista exterior de estos más próxima a la pared de fijación, no distará más de 25 mm del plano de fijación de la CGP.

5.2.6 Bases de los fusibles sin dispositivo extintor de arco

Las bases de los cortacircuitos fusibles sin dispositivo de arco, cumplirán con las Normas NI 76.01.01 ó NI 76.02.01, según sea el tamaño de la base, fusible de cuchillas o fusible de cápsulas cilíndricas respectivamente.

5.2.7 Bases de los fusibles con dispositivo extintor de arco

Las bases de los cortacircuitos fusibles con dispositivo de arco serán unipolares cerradas (BUC) y cumplirán con la Norma NI 76.01.02. Las CGP tendrán, en su caso, pantallas aislantes, entre todos los polos, de forma que, una vez instalados los terminales, imposibiliten un cortocircuito entre fases o entre fases y neutro. El espesor mínimo de estas pantallas será de 2,5 mm.

5.2.8 Conexiones de entrada y de salida

Las conexiones de entrada y salida se efectuarán mediante terminales de pala, que serán bimetálicos cuando proceda, en aquellas CGP provistas de bases de cortacircuitos del tipo de cuchilla. Las conexiones eléctricas se efectuarán con tornillería de material inoxidable.

En el diseño de las CGP con entrada y salida por su parte inferior, la disposición relativa de las conexiones se efectuará teniendo en cuenta que, normalmente, la última operación de conexión corresponde a los cables de Iberdrola.

Se instalarán tantos puntos de conexión independientes como número de conductores se vayan a conectar a la CGP.

En todas las CGP, la conexión de entrada del neutro llevará incorporado un borne auxiliar, que permita la conexión a tierra. La capacidad del borne auxiliar será tal que permita la introducción de un conductor de 16 a 50 mm² de cobre.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

En las CGP con entrada y salida de cables por su parte inferior, de intensidades asignadas inferiores a 160 A, la situación de los bornes o de las conexiones debe permitir que el radio de curvatura del cable de 0,6/1 kV, de la máxima sección prevista, sea superior a 5 veces su diámetro.

En las CGP equipadas con fusibles de cuchillas, la distancia mínima entre los extremos de las pletinas de conexión y la parte más próxima de la CGP, medida en vertical, será, como mínimo, de 150 mm en las CGP de hasta 250 A inclusive y de 175 mm en las de intensidad superior.

5.2.9 Características del neutro

El neutro estará constituido por una conexión amovible de cobre, situada a la izquierda de las fases, mirando a las CGP como si estuvieran en posición de servicio. La conexión y desconexión se deberá realizar mediante llaves, sin manipular los cables.

El tornillo correspondiente será inoxidable, de cabeza hexagonal y con arandela incorporada. Su rosca y el par de apriete que debe soportar y la sección efectiva mínima que deberá tener el neutro, se indican en la tabla 3.

Tabla 3
Características del neutro

Intensidad asignada, I_n , A	Tornillo		Sección efectiva mínima del neutro mm ²
	Rosca	Par de apriete N.m	
$I_n \leq 160$	M6	3,0	60
$160 < I_n \leq 400$	M8	6,0	100

6 Marcas

Las CGP llevarán en el exterior de la parte frontal:

- a) El nombre o marca del fabricante;
- b) La intensidad asignada, en amperios;
- c) La designación IBERDROLA
- d) El año de fabricación;
- e) Señal de advertencia de riesgo eléctrico.

El nombre o la marca del fabricante estarán grabadas. Las restantes indicaciones podrán figurar en una etiqueta con caracteres indelebles y fácilmente legibles, excepto la señal de advertencia de riesgo eléctrico que será independiente y de tamaño AE 05 según NI 29.00.00.

Asimismo, en el interior de la CGP deberá indicarse el número del lote de fabricación.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

En cada caja general de protección se adjuntará, en su interior, documento en sobre de plástico conteniendo una relación de materiales de la envolvente y aparamenta interior donde se indique la marca y sus características.

7 Comportamiento medioambiental

Las CGP, objeto de esta norma, son conjuntos de elementos inertes durante el servicio normal de funcionamiento.

Los fabricantes deberán proporcionar la información concerniente a su tratamiento al final de su vida útil, recuperación, reciclado, eliminación, etc.

8 Ensayos

8.1 Ensayos de calificación

Todos los ensayos deben realizarse sobre CGP completas y montadas como en utilización normal. Si en algún caso, esto no es posible, los ensayos se efectuarán sobre muestras representativas de las CGP.

Cuando no se indique otra cosa, los ensayos se realizarán a una temperatura de $20 \pm 5^\circ \text{C}$.

Los ensayos de calificación deben efectuarse sobre las CGP especificadas en esta norma antes de su suministro, para demostrar que sus características son adecuadas para las aplicaciones previstas. Estos ensayos son de tal naturaleza, que después de haberlos efectuado, no es necesario repetirlos, salvo que se realicen cambios en los materiales utilizados o en el diseño de las CGP, susceptibles de modificar sus características.

Los ensayos de calificación se efectuarán sobre las muestras indicadas en la tabla 4.

El fabricante deberá disponer en sus propias instalaciones de un laboratorio dotado de los aparatos que permitan realizar todos los ensayos indicados en esta norma, excepto la verificación de la resistencia a la intemperie, el ensayo de niebla salina y la rigidez dieléctrica con impulsos de tipo rayo.

Si uno cualquiera de los ensayos no es satisfactorio, se considerará que las CGP a las que sea aplicable este ensayo no son satisfactorias.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Tabla 4
Ensayos de calificación

Ensayo	Muestras a ensayar	Método y condiciones	Valores a obtener y prescripciones
Marcas-Señal de advertencia	Las indicadas en la tabla 5	Examen visual NI 00.07.17	Capítulo 6 de esta norma y apartado 8.1.1 NI 00.07.17
Características constructivas			
- Accesibilidad		Examen visual	Apartado 5.2.1
- Aislamiento total		Apartado 7.4.3.2.2 de UNE EN 60 439-1	Apartado 7.4.3.2.2 UNE EN 60 439-1
- Ventilación		Examen visual	Apartado 5.2.1.3
- Sujeción de la tapa a la CGP y, en su caso, ángulo de apertura y puntos de fijación		Examen visual y, en su caso, medidas	Apartado 5.2.3
- Dispositivo de cierre de las tapas		Medidas	Apartado 5.2.3 y figura 1
- Entrada y salida de cables, y del cable de puesta a tierra		Examen visual o medidas	Apartado 5.2.5
- Tipo y tamaño de las bases de cortacircuitos		Examen visual	Apartado 5.2.6 y 5.2.7
- Distancia entre los extremos de las pletinas y la caja en CGP de más de 63 A		Examen visual	Apartado 5.2.8
- Características del neutro y del tornillo		Examen visual	Apartado 5.2.9
Carga axial soportada por los insertos metálicos		Apartado 8.1.2	Apartado 8.1.2
Grado de protección contra la entrada de cuerpos sólidos		Apartado 8.1.3.1	Apartado 5.2.1.2
Grado de protección contra la penetración de agua		Apartado 8.1.3.2	Apartado 5.2.1.2
Grado de protección contra los impactos mecánicos		Apartado 8.1.4	Apartado 5.2.1.2
Clase térmica de la envolvente		Apartado 8.1.5	Apartado 8.1.5
Resistencia al calor		Apartado 8.1.6	Apartado 8.1.6

(continúa)

(continuación)

Ensayo	Muestras a ensayar	Método y condiciones	Valores a obtener y prescripciones
Calentamiento:	Las indicadas en la tabla 5		
- General de la CGP		Apartado 8.1.7	Apartado 8.1.7
- Del circuito de paso, cuando proceda			
Resistencia al calor anormal y al fuego		Apartado 8.1.8	Apartado 8.1.8
Rigidez dieléctrica		Apartado 8.1.9	Apartados 5.1.3 y 8.1.9
Resistencia a la intemperie		Apartado 8.1.10	Apartado 8.1.10
Resistencia a la corrosión		Apartado 8.1.11	Apartado 8.1.11

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

El fabricante presentará un plano, en tamaño A4, de cada una de las CGP cuya calificación desee obtener. En el mismo plano, deberá figurar, también, la denominación química, el color y la clase térmica de cada uno de los materiales plásticos que integren la CGP, así como la marca de las bases de los cortacircuitos y las dimensiones de las pletinas adicionales, en su caso.

En la tabla 5 se indican el número de muestras que se debe ensayar de cada una de las CGP, cuya calificación se pretenda obtener, así como los ensayos a que debe someterse cada una de estas muestras.

Tabla 5
Secuencia de ensayos a realizar en cada CGP

Ensayo	Muestra			
	1	2	3	4
Marcas. Señal de advertencia	X			
Características constructivas	X			
Carga axial soportada por los insertos metálicos	X			
Grado de protección contra la entrada de cuerpos sólidos	X			
Grado de protección contra la penetración de agua	X			
Grado de protección contra los impactos mecánicos	X			
Clase térmica de la envolvente		X		
Resistencia al calor		X		
Calentamiento	X			
Resistencia al calor anormal y al fuego		X		
Rigidez dieléctrica	X			
Resistencia a la intemperie			X	
Resistencia a la corrosión				X

En el caso de que el fabricante presente varias CGP para su calificación, a partir de la segunda CGP, podrán dejar de realizarse los ensayos correspondientes a la muestra número 2, siempre que las envolventes correspondientes sean del mismo material.

Cuando se utilice una misma envolvente, para varias CGP del mismo esquema, solamente se ensayará la de mayor intensidad nominal, siempre que las bases de los cortacircuitos sean del mismo fabricante.

8.1.1 Verificación del marcado

La verificación se efectuará frotando a mano las marcas durante 15 s, con un trapo empapado de agua y, a continuación, también durante 15 s, con un trapo empapado de gasolina.

Nota: Se considera como gasolina un hexano disolvente con un contenido máximo de componentes aromáticos del 1% en volumen, un valor de kauributanol de 29, un punto de inicio de ebullición de 65° C, un punto de fin de ebullición de 69° C y una densidad de 0,68 g/cm³ aproximadamente.

Asimismo, después de realizar todos los ensayos especificados en esta norma, las etiquetas, si las hubiese, no estarán arrugadas, ni deberán poderse quitar con facilidad, sino que deberán romperse en pedazos pequeños, cuando se intente despegarlas.

Las marcas realizadas por moldeo o grabado no deben someterse a este ensayo.

Después del ensayo, las marcas deben ser fácilmente legibles.

8.1.2 Verificación de la carga axial soportada por los insertos metálicos

La verificación se realiza aplicando la carga axial indicada en la tabla 6 durante 10 s.

Tabla 6
Cargas axiales de los insertos

Insertos con rosca	Carga axial daN
M 4	35
M 5	35
M 6	50
M 8	50
M 10	80
M 12	80

Durante el ensayo, la CGP estará totalmente apoyada sobre una plataforma que permita la aplicación de las cargas de la tabla 6.

Al finalizar el ensayo, los insertos deben continuar en su posición original. Cualquier señal de desplazamiento es inaceptable.

Tampoco es aceptable que se formen fisuras en el material que contiene el inserto, o que se desprendan pequeñas partículas del mismo.

Nota: No se tendrán en cuenta las pequeñas fisuras o las burbujas de aire, que fuesen visibles antes del ensayo y que no hayan sido afectadas por la aplicación de la carga axial.

Las puertas o las tapas de acceso deberán poderse abrir sin esfuerzos anormales.

8.1.3 Verificación del grado de protección, IP

8.1.3.1 Verificación de la protección contra la entrada de cuerpos sólidos

Este ensayo se efectúa tal como se indica en los apartados 13.2 y 13.3 de la Norma UNE 20 324.

8.1.3.2 Verificación de la protección contra la entrada de agua

Este ensayo se efectúa tal como se indica en los apartados 14.1 y 14.2.3 de la Norma UNE 20 324.

La penetración de agua se verifica mediante un papel absorbente seco, colocado en la base del espacio interior de la CGP.

En los lugares en los que la CGP tenga alguna abertura, se coloca, por la parte interior, un papel absorbente de tamaño igual o superior al de la abertura.

Inmediatamente después del ensayo, todos los papeles indicadores deben permanecer secos.

En la práctica, un papel secante o un papel de filtro indicarán claramente la presencia de humedad por su decoloración.

8.1.4 Verificación del grado de protección contra los impactos mecánicos

Este ensayo debe realizarse sobre una sola CGP, sin cables instalados, con el martillo pendular especificado en la Norma UNE EN 50 102.

La CGP debe montarse sobre un soporte rígido.

Se deben aplicar tres impactos sobre cada una de las caras expuestas de la envolvente.

No se deben aplicar más de tres impactos en las proximidades de un mismo punto.

Los dispositivos de ajuste mencionados en el apartado 5.2.5, deben sufrir los impactos en la dirección más desfavorable.

No deberá producirse ningún daño que reduzca el grado de protección, IP, de la CGP, y ésta deberá continuar manteniendo su rigidez dieléctrica. Las tapas se retirarán y se podrán volver a colocar de nuevo; las puertas se abrirán y se podrán volver a cerrar.

Asimismo, tampoco deberá producirse ni una sola grieta o fisura, por la que pueda infiltrarse el agua.

8.1.5 Verificación de la clase térmica de la envolvente

La CGP montada como para uso normal, pero sin los componentes externos que sean de clase Y, tales como los conos, y una parte de la envolvente, se someten a ensayo en una estufa con ventilación natural.

La CGP y la parte de la envolvente se deben mantener en el interior de la estufa a una temperatura de 105° C durante 168 horas.

Una vez transcurrido ese tiempo, la parte de la envolvente se saca de la estufa y se comprueba que el material no se ha vuelto pegajoso ni grasiento.

Esta condición se verifica envolviendo el dedo índice de la mano con un trapo seco y aplicando éste sobre la parte de la envolvente con una fuerza de 5 N.

Nota: La parte de la envolvente se coloca en un platillo de una balanza, colocándose en el otro platillo una masa igual a la masa de la parte de la envolvente más 500 g. Al restablecer el equilibrio en la balanza mediante la presión efectuada con el dedo índice envuelto por el trapo seco, se efectúa una fuerza de 5 N.

No deben quedar adheridos rastros del trapo en la parte de la envolvente, ni el material de la envolvente debe quedarse pegado en el trapo.

La CGP se deja, durante 96 h como mínimo, en un recinto que esté a la temperatura ambiente y tenga una humedad relativa comprendida entre el 45% y el 55%.

La envolvente no debe haber sufrido ninguna modificación de sus dimensiones iniciales, ni debe observarse en ella ninguna grieta a simple vista, o con vista corregida, pero sin amplificación.

Los componentes de la envolvente de la CGP que sean de clase Y, se verificarán con el mismo criterio que los de clase A, con la única diferencia que la temperatura de la estufa será de 90° C.

8.1.6 Resistencia al calor

Las envolventes de las CGP se someten al ensayo de la bola caliente, según UNE EN 60 439-3.

El ensayo se efectúa sobre probetas obtenidas de la envolvente que tengan un espesor igual o superior a 2 mm.

La superficie de las probetas se coloca horizontalmente y sobre ellas se apoya una bola de acero de 5 mm de diámetro con una fuerza de 20 N.

El ensayo se realiza en una estufa a la temperatura de 105° C.

Al cabo de 1 hora, se retira la bola de la muestra y ésta se enfría, en un tiempo no superior a 10 s, hasta la temperatura ambiente por inmersión en agua fría.

El diámetro de la huella ocasionada por la bola no debe ser superior a 2 mm.

8.1.7 Calentamiento

Para la realización del ensayo de calentamiento, se sustituirán los fusibles por elementos calibrados que disipen la potencia máxima especificada en la UNE 21 103-2/1. El neutro estará equipado con la conexión de la sección especificada en la tabla 3.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Las conexiones se efectuarán mediante cables con conductores de cobre, de 1 m de longitud como mínimo en el caso de las CGP de 100 A y de 2 m como mínimo en las restantes. A estas conexiones se aplicarán los pares de apriete especificados en las Tablas F y Q de las UNE 21 103-2/1 respectivamente.

Los cables se introducirán a través de las aberturas existentes en las CGP para este fin, equipadas con tubos de 50 cm de longitud taponados en su extremo.

Las CGP se mantendrán cerradas durante todo el ensayo.

La corriente que debe circular por cada una de las fases, debe ser la correspondiente al fusible de mayor intensidad nominal previsto para instalarse y tendrá una tolerancia de $\pm 2\%$.

En las CGP-10 y CGP-11, el ensayo se efectuará haciendo pasar la intensidad asignada por cada uno de los fusibles y la diferencia entre la intensidad de paso y la asignada de los fusibles por el circuito de paso.

Si se tiene dudas acerca de cual de los dos es el circuito más desfavorable, se repetirá el ensayo intercambiando las intensidades aplicadas en el ensayo precedente.

En las CGP-10 y CGP-11, desprovistas de fusibles, se efectuará un ensayo suplementario haciendo pasar 400 A por cada una de las fases.

Los ensayos se considerarán concluidos cuando se consiga el equilibrio térmico, es decir, cuando las temperaturas medidas no varíen más de 1°C en una hora.

La temperatura del conductor de salida en el punto comprendido entre el final del aislamiento y el principio del terminal de pala o del borne no debe ser superior a 70°C .

El calentamiento de cualquier punto de la superficie exterior de la envolvente no será superior a 40 K.

8.1.8 Resistencia de los materiales aislantes al calor anormal y al fuego

El ensayo del hilo incandescente, de acuerdo con la Norma UNE EN 60 695-2/1, se efectuará sobre todos los materiales aislantes constitutivos de la CGP, con la excepción de las bases de cortacircuitos.

El aparato del hilo incandescente se colocará en una zona sin corrientes de aire y lo suficientemente oscura del laboratorio, como para que puedan apreciarse las llamas que puedan producirse durante el ensayo.

Después de cada ensayo, deberá limpiarse la punta del hilo incandescente de cualquier residuo de material aislante que pueda haberse quedado adherido, por ejemplo, mediante un cepillo.

Los ensayos se atenderán a las especificaciones siguientes:

a) Las muestras deben tener el menor espesor que sea posible conseguir de cada uno de los materiales constitutivos de la CGP y deben haber soportado previamente, con resultado satisfactorio, el ensayo especificado en el apartado 8.1.5.

b) Se ensayará una sola muestra por cada material aislante, aunque, en caso de duda, se repetirá el ensayo con dos nuevas muestras,

c) La superficie de la muestra en contacto con el hilo incandescente debe estar vertical,

d) La capa subyacente a utilizar para evaluar el efecto de las partículas inflamadas, consistirá en una plancha de madera de pino blanco, de aproximadamente 10 mm de espesor, recubierta por una simple capa de papel de seda, a una distancia de 200 ± 5 mm por debajo del lugar donde el hilo incandescente toca la muestra,

e) El hilo incandescente se aplicará durante 30 ± 1 s a una temperatura de $960 \pm 10^\circ \text{C}$,

f) Durante la aplicación del hilo incandescente y durante los 30 s siguientes, se observará la muestra, las partes adyacentes y la capa de papel situada debajo de ella,

g) Se registrará el tiempo que tarda en inflamarse la muestra y el tiempo en el que se extinguen las llamas, durante o después de la aplicación del hilo incandescente.

Se considera que la muestra ha satisfecho el ensayo si se cumple una de las dos condiciones siguientes:

No se produce ninguna llama, ni se mantiene la incandescencia.

Las llamas o la incandescencia de la muestra se extinguen antes de que transcurran 30s desde la retirada del hilo incandescente. Además, la capa de papel de seda no debe haberse inflamado, ni la madera de pino chamuscado.

8.1.9 Verificación de la rigidez dieléctrica

8.1.9.1 Preacondicionamiento

Las CGP se colocan en un recinto con aire que tenga una humedad relativa comprendida entre el 91% y el 95%. La temperatura del aire, donde se coloquen las CGP, debe ser de $40 \pm 2^\circ \text{C}$.

Las CGP se mantienen en el recinto durante 48 h.

En la mayoría de los casos, las CGP pueden conseguir la temperatura de $40 \pm 2^\circ \text{C}$, manteniéndolas a esta temperatura durante 4 h, como mínimo, antes de introducirlas en el recinto húmedo. La humedad relativa, comprendida entre el 91% y el 95%, puede obtenerse colocando en el recinto una disolución saturada de sulfato sódico (Na_2SO_4) o de nitrato potásico (KNO_3) en agua que tenga una gran superficie de contacto con el aire.

Para conseguir las condiciones especificadas dentro del recinto, es necesario tener una constante circulación de aire dentro del mismo y, por lo general, utilizar un recinto térmicamente aislado.

8.1.9.2 Ensayo dieléctrico a frecuencia industrial

La fuente de potencia en corriente alterna debe tener una potencia suficiente para mantener la tensión de ensayo, cualquiera que sean las eventuales corrientes de fuga. La tensión de ensayo debe tener una onda prácticamente senoidal y una frecuencia comprendida entre 49 Hz y 51 Hz.

Al principio del ensayo se aplica una tensión de, aproximadamente, 1 kV, que se aumenta en unos segundos hasta alcanzar el valor establecido y se mantiene en ese valor durante 1 min.

Con los cartuchos fusibles y la conexión del neutro colocados, la tensión se aplica entre:

Cada polo y todos los demás unidos entre si hasta alcanzar 2.500 V,

Todos los polos, unidos entre si, y la masa de la CGP hasta alcanzar 5.250 V.

En el transcurso del ensayo no deben producirse ni contorneos ni perforaciones, ni cualquier otro daño que impida su utilización posterior.

Nota: Se entiende por masa una hoja metálica que recubra el exterior de la envolvente, bien ajustada a las juntas y a los espacios destinados a la ventilación.

8.1.9.3 Ensayo dieléctrico con impulsos de tipo rayo

El generador producirá impulsos de 1,2/50 μ s.

En los impulsos se admitirán las tolerancias siguientes:

Valor de cresta: $\pm 3\%$

Duración del frente: $\pm 30\%$

Duración hasta el valor mitad: $\pm 20\%$

Se efectuarán cinco descargas positivas y cinco descargas negativas, con un valor de cresta de 8 kV, estando conectado uno de los polos del generador a la masa constituida por una hoja metálica aplicada sobre la superficie exterior de la envolvente.

El otro polo del generador estará conectado a la totalidad de las partes metálicas situadas en el interior de la envolvente.

Si no se produce ningún contorno ni ninguna perforación, se considerará que el ensayo es satisfactorio.

Si se produce más de un contorno o de una perforación, se considerará que el ensayo no es satisfactorio.

Si se produce un sólo contorno o una sola perforación, se aplicarán 10 nuevas descargas del mismo valor y polaridad, no debiendo volverse a producir ningún contorno o perforación.

8.1.10 Resistencia a la intemperie

La verificación de la resistencia a la intemperie se realiza según se indica en la Norma UNE EN ISO 4892-2, empleando el método A.

El ensayo consta de 1000 ciclos, de 30 min de duración cada uno, en los que las probetas se someten a una radiación luminosa producida por una lámpara de arco con xenón.

Durante los cinco primeros minutos de cada ciclo, se deja caer agua en forma de lluvia sobre las probetas. En los 25 minutos siguientes, la humedad relativa en la cámara de envejecimiento no debe descender por debajo de $65 \pm 5\%$.

La temperatura del patrón negro durante todo el ciclo debe ser de $100 \pm 3^\circ \text{C}$.

Una vez terminado el último ciclo, deben sacarse las probetas de la cámara de envejecimiento.

Estas probetas no deben presentar grietas o deterioros, visibles sin la ayuda de instrumentos de ampliación.

El resultado del ensayo se considera satisfactorio cuando se cumplen las tres condiciones siguientes:

El valor medio de la carga de rotura a flexión de diez probetas envejecidas es igual o superior al 70% del valor medio de la carga de rotura a flexión de otras diez probetas sin envejecer. Las dimensiones de las probetas y su método de ensayo se indican en la Norma UNE EN ISO 178,

El valor medio de la resistencia al impacto Charpy de diez probetas envejecidas, sin entallas, es igual o superior al 70% del valor medio de la resistencia al impacto Charpy de otras diez probetas sin envejecer. Las dimensiones de las probetas y su método de ensayo se indican en la Norma UNE EN ISO 179-1.

Las probetas envejecidas deben cumplir el ensayo con el hilo incandescente especificado en el apartado 8.1.8.

Nota: Cuando el material plástico presente propiedades diferentes a la flexión o al choque en dos direcciones principales, la mitad de las probetas se cortarán con su eje paralelo a una de las dos direcciones y, la otra mitad, con su eje paralelo a la otra dirección. En el protocolo de ensayos debe indicarse el resultado obtenido en cada una de las direcciones.

8.1.11 Resistencia a la corrosión

Una CGP totalmente equipada, provista incluso de todos los cables de entrada y salida, debidamente conectados, se somete al ensayo de niebla salina, especificado en la Norma UNE EN 60 068-2/11.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Deben limpiarse, tanto la superficie interna y externa de la envolvente, como los componentes instalados en su interior, de forma que no queden restos de productos utilizados en la fabricación y el montaje, que podrían alterarse durante el ensayo y modificar el resultado del mismo.

La CGP se colocará en el interior de la cámara de niebla salina en posición de servicio.

La temperatura de la cámara de niebla salina debe mantenerse a $35 \pm 2^\circ \text{C}$.

La duración del ensayo debe ser de 336 h.

Una vez transcurrido ese tiempo, se retirará la CGP de la cámara, se dejará secar y se procederá a limpiar los depósitos de sal que pudieran aparecer mediante un ligero cepillado y, en los casos en que sea necesario, mediante agua destilada, que se eliminará con un chorro de aire caliente.

No deberán apreciarse signos de corrosión en las partes metálicas ni fisuras o deterioros en las no metálicas, que modifiquen sus características funcionales o puedan perjudicar al resto del material.

No se tendrán en cuenta ligeras trazas de corrosión en las roscas o en los bordes, que desaparezcan al frotarlas suavemente con un trapo seco.

Las puertas, las bisagras, las cerraduras y los medios de acceso, deben poderse maniobrar sin esfuerzos anormales.

8.2 Ensayos de Recepción

Se clasifican en ensayos individuales y en ensayos de muestreo.

8.2.1 Ensayos individuales

Los ensayos individuales son los que efectúa el fabricante sobre la totalidad de las CGP producidas en su fábrica, para verificar que su montaje es correcto y que sus componentes son idénticos en todos los aspectos a los utilizados para obtener la calificación.

8.2.1.1 Verificación del montaje

Se verificará que los componentes de la CGP están correctamente montados, que están los que deben estar y que la CGP se puede precintar.

8.2.2 Ensayos sobre muestras

Los ensayos sobre muestras son los que realiza el fabricante en su laboratorio, previo acuerdo con Iberdrola, para comprobar el cumplimiento de ciertas características. Se realizará sobre el 1 % del número total de CGP de cada serie fabricada, con un mínimo de 2 unidades.

9 Calificación y recepción

9.1 Calificación

Con carácter general, la inclusión de proveedores y productos se realizará siempre de acuerdo con lo establecido en la Norma NI 00.08.00 “Calificación de suministradores y productos tipificados”.

La calificación incluirá la realización de los ensayos indicados en el capítulo 8.1.

Iberdrola se reserva el derecho de repetir ciertos ensayos realizados previamente por el fabricante o en los procesos de obtención de marca de calidad.

Después del proceso de calificación, se elaborará para cada fabricante y modelo, un anexo de gestión de calidad a realizar por Iberdrola.

9.2 Recepción

Los criterios de recepción podrán variar, a juicio de Iberdrola, en función del Sistema de Calidad implantado en fábrica y de la relación Iberdrola- Suministrador en lo que respecta a este producto considerado (experiencia de uso, calidad concertada, etc.).

En principio se seguirá lo indicado en el apartado 8.2.

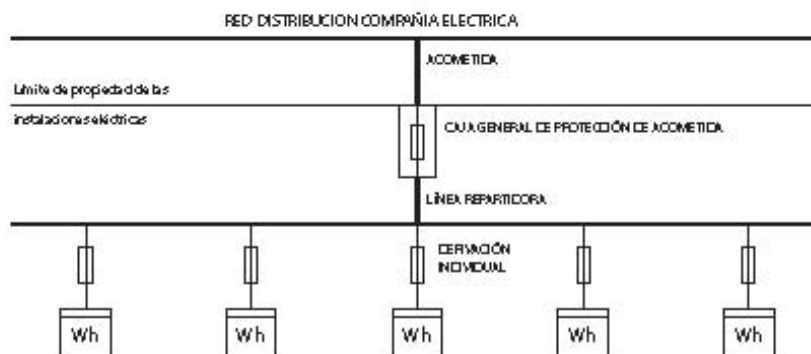




CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN

Utilización

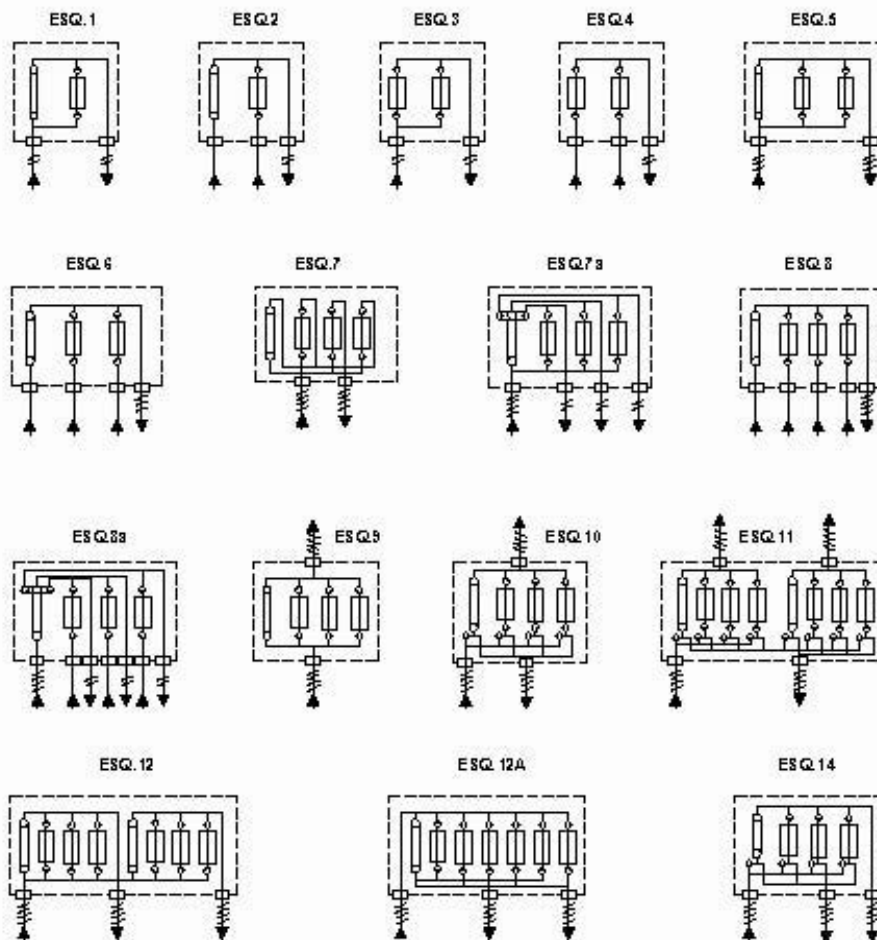
Las cajas generales de protección alojan los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalan el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios (Ver figura 1).
Campo de aplicación: Cajas Generales de Protección hasta 630 A, con bases sin y con dispositivo extintor de arco.
Instalación: Adosada, empotrada en homacinas o sobre zócalos para instalación en interior o en intemperie.
Tª de utilización: La temperatura del aire ambiente deberá estar entre -25°C y 40°C .
Tensión asignada: 550 V.



Características Generales

- Envoltente constituida por puerta y cuba fabricadas de poliéster reforzado con fibra de vidrio, color RAL 7035.
- Clase térmica A según UNE 21 305.
- Resistente al calor anormal y al fuego (UNE 20 672/2-1).
- Resistente a la corrosión y a la intemperie.
- Resistente a los impactos mecánicos.
- Grado de protección: IP41 para CGP con salidas por su parte superior e IP43 para CGP con entradas y salidas por su parte inferior, según UNE 20 324.
- Grado de protección contra impactos mecánicos: IK09, la envoltente debe soportar una energía de impacto de 10 julios, según UNE 50 102.
- Autoventilación para evitar condensaciones sin reducir el grado de protección indicado.
- Tapa en posición abierta queda unida al cuerpo de la caja permitiendo el fácil acceso a las partes inferiores de las CGP, para su manipulación y mantenimiento, por la cara frontal de las mismas.
- Cierre de tornillo triangular normalizado, de 11 mm de lado, imperdible y precintable.
- Ángulo de apertura puerta superior a 90° , en las CGP con bisagras.
- Fijación mediante elementos que conservan la rigidez dieléctrica y el grado de protección indicado durante la instalación.
- Entrada y salida de cables: Las cajas generales de protección de intensidad superior a 100 A permiten la conexión de los cables por su parte inferior sin necesidad de ser enhebrados.
- Puesta a tierra del neutro mediante orificio independiente para paso de cable hasta 50 mm², intensidades superiores a 100 A.
- Orificio de paso de cables provistos de conos de ajuste de PVC, color gris.
- Bases unipolares de los cortacircuitos fusibles, según UNESA 6303 y 6304 y EN 20 629.
- Bases tipo cuchilla con pantallas aislantes de protección, desmontables.
- Conexiones de entrada y salida, pueden realizarse 3 tipos de conexión de cables:
 - Tornillos de acero cromado.
 - Bases bimetálicos a la entrada y/o salida.
 - Tornillos de acero inoxidable y fijos, para conexión mediante terminales de pala.
- Neutro situado a la izquierda de las bases y constituido por conexión amovible de cobre mediante tornillo inoxidable, de cabeza hexagonal y con arandela incorporada.

ESQUEMAS ELECTRICOS

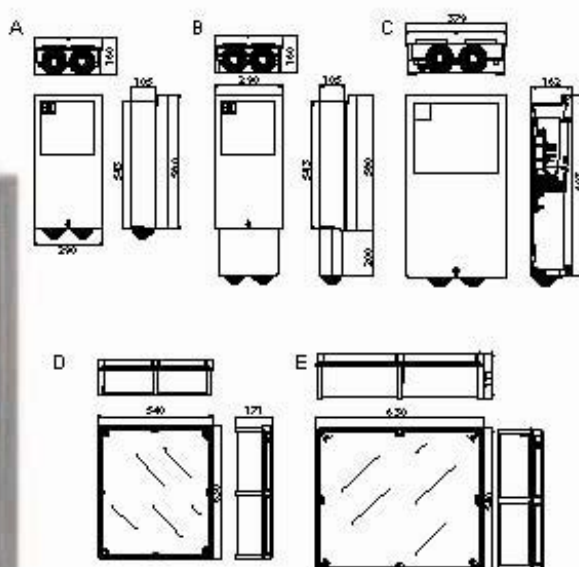


CAJAS GENERALES DE PROTECCION

250 A - BUC



Caja general de protección con bases portafusibles tipo NHC T1 UNE 21 103 y neutro amovible.
 Conexión por tornillo M10 y M12.



Esquema	Designación	Bases			Conexión	Tipo caja	Referencia
		Nº	Tamaño	Int. (A)			
7	CGP-250/7A BUC	3	1	250	M10	A	446.380-A
	CGP-250/7B BUC				M10	B	446.380-B
	CGP-250/7C BUC				M10	C	446.380-C
8	CGP-250/8A BUC	3	1	250	M10	A	446.381-A
	CGP-250/8B BUC				M10	B	446.381-B
	CGP-250/8C BUC				M10	C	446.381-C
	CGP-250/8D BUC				M10	D	446.381-D
9	CGP-250/9A BUC	3	1	250	M10	A	446.382-A
	CGP-250/9B BUC				M10	B	446.382-B
	CGP-250/9C BUC				M10	C	446.382-C
10	CGP-250/10C BUC	3	1	250	M10	C	446.383-C
	CGP-250/10D BUC				M10	D	446.383-D
11	CGP-250/11 BUC	3/3	1	250	M10	E	446.384-E
14	CGP-250/14C BUC	3	1	250	M10	C	446.385-C
	CGP-250/14D BUC				M10	D	446.385-D

NOTA: bajo pedido se podrán suministrar con tornillería de conexión M12



INSTALACIONES DE ENLACE

MAYO 2009





CAJAS GENERALES DE PROTECCION

DESCRIPCION

Cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

CARACTERISTICAS GENERALES

- Envolvente constituida por puerta y cuba fabricadas en poliéster reforzado con fibra de vidrio, color RAL 7035, resistente al calor anormal y al fuego según UNE 20 672/2-1.
- Grado de protección IP41 para CGP con salidas en parte superior e IP43 para las CGP con entrada y salida inferior, según UNE 20 324.
- Clase térmica A según UNE 21 305.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos, IK09 según UNE 60068-2-62.
- Tapa con sistema de autoventilación para evitar condensaciones sin reducir el grado de protección indicado.
- Cierre de tornillo triangular normalizado, de 11 mm de lado, imperdible y precintable.
- Angulo de apertura de la puerta superior a 90° (en caso de CGP con puerta mediante bisagras).
- Bases cortocircuitos fusibles sin dispositivo de arco, según normas NI 76.01.01 ó NI 76.02.01 en función del tamaño y con dispositivo extintor de arco según NI 76.01.02.
- Bases tipo cuchilla con pantallas aislantes de protección, desmontables.
- Neutro constituido por conexión amovible de cobre mediante tornillo inoxidable, de cabeza hexagonal y arandela incorporada.

DESIGNACION Y DENOMINACION CGP (1) - (2) / (3) / BUC

CGP: Caja General de Protección.

Grupo (1): Indica el esquema de la CGP (ver esquemas a continuación).

Grupo (2): Intensidad máxima (en amperios) del fusible que se debe colocar.

Grupo (3): Intensidad máxima (en amperios) del fusible que se debe colocar en el segundo circuito.

BUC: Indica cuando la CGP incorpora bases unipolares cerradas con dispositivo extintor de arco.

Ejemplo de designación: CGP-10-250 / BUC

Corresponde a una caja general de protección, equipada con un juego de bases unipolares cerradas, con fusibles de máxima intensidad de 250 A (tamaño 1), esquema 10.

TIPOS DE CGP NORMALIZADAS, CARACTERÍSTICAS BASICAS Y CODIGOS

Designación de la CGP	Cortacircuitos Fusibles			Utilización	Códigos
	Bases		Fusibles		
	Numero	Tamaño	I Máx. (A)		
CGP-1-100 / BUC	1	00 (BUC)	100	Ext.	7650004
CGP-7-100 / BUC	3	00 (BUC)	100	Ext.	7650005
CGP-7-160 / BUC	3	00 (BUC)	160	Ext.	7650006
CGP-7-250 / BUC	3	1 (BUC)	250	Ext./Int.	7650010
CGP-7-400 / BUC	3	2 (BUC)	400	Ext./Int.	7650011
CGP-9-250 / BUC	3	1 (BUC)	250	Int.	
CGP-9-400 / BUC	3	2 (BUC)	400	Int.	
CGP-10-250 / BUC	3	1 (BUC)	250	Int.	7650018
CGP-11-250 / 250 BUC	3 / 3	1 (BUC)	250	Int.	7650019

www.cahorsesp.es

Cahors Española S.A, Ctra Vilamalla a Figueras Km1, 17469 VILAMALLA (Girona) España

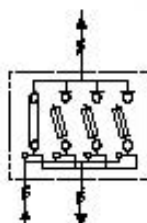


CAJAS GENERALES DE PROTECCION

MONTAJE INTERIOR SEGÚN NI 42.73.01

Características:

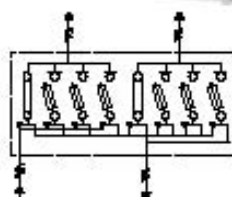
- Envoltorio de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente.
- Tres bases de 250 A, con dispositivo extintor de arco y detector de fusión.
- Neutro amovible con pletina de conexión para terminales.
- Las conexiones eléctricas se efectúan con tornillería de acero inoxidable.
- Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bi metálicos hasta 240 mm².
- Complemento: puerta metálica referencia 931.132-IB.
- Esquema 10/BUC:



DESIGNACION IBERDROLA	ANCHO x ALTO x FONDO (mm)	REFERENCIA CAHORS
CGP-10-250/BUC	540x630x171	0446440

Características:

- Envoltorio de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente.
- Seis bases de 250 A, con dispositivo extintor de arco y detector de fusión.
- Dos neutros amovibles con pletina de conexión para terminales.
- La unión entre bases de la misma polaridad se realiza mediante conexiones de cobre aisladas.
- Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bi metálicos hasta 240 mm².
- Complemento: puerta metálica referencia 931.132-IB.
- Esquema 11/BUC:



DESIGNACION IBERDROLA	ANCHO x ALTO x FONDO (mm)	REFERENCIA CAHORS
CGP-11-250/BUC	630x540x171	0446441

www.cahorsesp.es

Cahors Española S.A, Ctra Vilamallá a Figueras Km1, 17469 VILAMALLA (Girona) España

ANEXO 3

CAJAS GENERALES DE PROTECCION Y MEDIDA (CPM). ARMARIOS DE DISTRIBUCION.

Siguiendo la norma particular de Iberdrola NI 42.72.00 en la que se especifican las características de las CPM y los distintos ensayos a realizar en ellas, mostramos ahora toda esa información.

1 Objeto y campo de aplicación

Esta norma establece las características que deben reunir y los ensayos que deben satisfacer las cajas destinadas a alojar los aparatos necesarios para efectuar la medida de los suministros individuales en baja tensión montadas en intemperie a utilizar en el ámbito de Iberdrola.

2 Normas de consulta (mirar en NI 42.72.00)

3 Definiciones

Caja general de Protección y Medida (CPM) es aquella que en un solo elemento incluye la caja general de protección y el conjunto de medida.

Caja de Medida indirecta mediante Transformadores de intensidad (CMT) es aquella que como unidad contiene todos los elementos necesarios para la medida, el contador de energía y los transformadores de intensidad. Asimismo, dispone un bloque de bornes de comprobación.

Las instalaciones empotrables quedan definidas en el apartado 2 de la norma UNE EN 60 439-5. Estas definiciones deben respetarse en la aplicación de los ensayos.

4 Designación y denominación

4.1 Cajas de protección y medida (CPM)

Se designarán de la siguiente manera:

CPM (1) - (2) (3) (4)

- Grupo (1):

- 1: apta únicamente para un contador monofásico
- 2: apta para un contador monofásico ó trifásico
- 3: apta para dos contadores monofásicos.

- Grupo (2):

- D: equipada para un contador doble tarifa
- E: equipada para contador multifunción.

- Grupo (3):
 - 2: equipada con contador monofásico
 - 4: equipada con contador trifásico.

En la CPM3, apta para dos contadores, se indicará el equipamiento existente para cada uno de los contadores separados por una barra.

- Grupo (4):
 - M: Instalación empotrada
 - I: Instalación intemperie
 - BP: equipada con bloque de pruebas para medida directa.

Ejemplo de designación:

CPM3-D2/2 M

Corresponde a una caja de protección y medida para instalación empotrada, equipada para dos contadores monofásicos, doble tarifa y reloj.

4.2 Cajas de medida con transformadores de intensidad (CMT)

Se designarán de la siguiente manera:

CMT-(1) (2) - (3)

- Grupo (1):
 - número que indica la intensidad límite en amperios de los transformadores.
- Grupo (2):
 - E: equipada para contador multifunción.
- Grupo (3):
 - M: Instalación empotrada
 - MF: Instalación empotrada con fusibles de protección
 - I: Instalación intemperie
 - IF: Instalación intemperie con fusibles de protección.

Ejemplos de designación:

CMT-300E-M o CMT-300E-I

Corresponden respectivamente a caja de medida con transformadores de intensidad hasta 300 A con contador multifunción, instalación empotrada o intemperie.

5 Cajas normalizadas. Utilización designación y código

Las cajas normalizadas son las indicadas en la tabla 1.

Tabla 1
Cajas normalizadas CPM y CMT

Tipo de Suministro	Nº de Contadores	Tipo de instalación	Designación	Figura	Código
Monofásico hasta 63 A	1	Empotrable	CPM1-D2-M	5	4272001
	1	Intemperie	CPM1-D2-I	5	4272002
	2	Empotrable	CPM3-D2/2-M	6	4272021
	2	Intemperie	CPM3-D2/2-I	6	4272023
Trifásico doble tarifa hasta 63 A	1	Empotrable	CPM2-D4-M	7	4272011
	1	Intemperie	CPM2-D4-I	7	4272013
Trifásico multifunción 63 A	1	Empotrable	CPM2-E4-M	8	4272014
	1	Intemperie	CPM2-E4-I	8	4272016
	1	Empotrable	CPM2-E4-MBP	9	4272017
	1	Intemperie	CPM2-E4-IBP	9	4272018
Trifásico > 63 A hasta 300 A (Medida indirecta)	1	Empotrable	CMT-300E-M	10	4272100
		Empotrable	CMT-300E-MF	11	4272102
		Intemperie	CMT-300E-I	10	4272101
		Intemperie	CMT-300E-IF	11	4272103
Trifásico hasta 750 A (Medida Indirecta)	1	Intemperie	CMT-750E-I	12	4272120

6 Características

En lo que aplica, cumplirá con lo indicado en las normas UNE EN 60 439 partes 1 y 3, y complementariamente lo que a continuación se indica.

6.1 Características eléctricas

- Tensión asignada: 400 V
- Intensidad asignada: Véase tabla 1.
- Frecuencia asignada: 50 Hz.
- Tensión asignada de aislamiento: 500 V.
- Tensión asignada soportada al impulso: 8 kV.

6.2 Características constructivas

6.2.1 Generales

Toda caja será accesible, para su manipulación y entretenimiento, por su cara frontal.

La caja, dispuesta en posición de servicio, cumplirá con las condiciones de protección por aislamiento total, especificado en el apartado 7.4.3.2.2 de la norma UNE EN 60 439-1.

El grado de protección proporcionado por las envolventes contra el acceso a partes peligrosas, la penetración de cuerpos extraños y la penetración de agua (código IP) según

UNE 20 324, será como mínimo IP43 para las cajas de tipo empotrable e IP 55, para las de intemperie.

El grado de protección proporcionado por las envolventes contra impactos mecánicos externos, según UNE EN 50 102, será como mínimo, IK09 para las cajas empotrables e IK10, para las cajas intemperie.

No deberá producirse condensaciones perjudiciales, conforme a lo indicado en el apartado 7.2.2 de la norma UNE EN 60 439-1.

Las cajas no deberán sobrepasar los límites de calentamiento indicados en la tabla 3 de la norma UNE EN 60 439-1.

6.2.2 Materiales

Los materiales aislantes constitutivos de las envolventes no deben resultar afectados por el calor anormal o fuego, y cumplirán con el ensayo del hilo incandescente según las normas UNE EN 60 695-2-1(serie) a las temperaturas de ensayo descritas a continuación:

- Partes aislantes soportando partes conductoras (960 ± 15) °C
- Envolventes y tapas que no soportan en posición partes conductoras (850 ± 15) °C

6.3 Elementos constituyentes

6.3.1 Entrada de la línea general de alimentación.

La caja dispondrá de aberturas adecuadas, para permitir la penetración de los cables, cerradas mediante tapones de ajuste o prensaestopas de forma tal que en todo momento se mantenga el grado de protección exigido. Las aberturas estarán encaradas con las entradas y salidas de forma tal que la conexión de los cables pueda realizarse sin tener que someterlos a curvaturas excesivas. La distancia mínima entre las conexiones de entrada/salida y la superficie inferior de la envolvente será de 60 mm.

En los tipos CMT-300 y CMT-750 el paso de cables del módulo inferior al superior se realizará a través de aberturas que permitan únicamente el paso de éstos manteniendo un IP2x.

6.3.2 Cableado interior.

Los cables serán de una tensión asignada de 450/750 V. Se utilizarán conductores de cobre, de clase 2 según norma UNE 21 022, unipolares, con aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables o termoplásticas, no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducidos, de acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-16.

Los conductores que hayan de conectarse a los contadores, deberán estar pelados en una longitud de 20 mm. En todos ellos, las conexiones se efectuarán directamente y sin terminales.

Para circuitos monofásicos la fase llevará el color marrón o negro; para los circuitos trifásicos, cada una de las fases llevará respectivamente los colores: negro, marrón y gris; para

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

el conductor neutro se utilizará el color azul claro, para el conductor de tierra se utilizará el color amarillo-verde y para los conductores de control se utilizará el color rojo.

Se utilizarán las siguientes secciones de cable:

- 1 x 10 mm², clase 2, rígido, para las derivaciones individuales y para las CPM. La sección del cable podrá ser superior en aquellos casos que, por longitud o caída de tensión de la derivación individual, lo requiera.
- 1 x 4 mm², clase 2, rígido, para la conexión desde los trafos a bornes interrumpibles y de éstos a los contadores en las tipo CMT.
- 1 x 2,5 mm², clase 2, rígido, para el resto de cableado de todos los demás conjuntos (ejemplo: interruptor horario, etc).

6.3.3 Puertas.

Las puertas de las cajas de empotrar, ejecución M, para contadores multifunción y todas las de las cajas intemperie, ejecución I, no llevarán mirilla. El resto de modelos irán provistos de mirillas para el contador y reloj. (Véase figuras 5 a 12)

La puerta estará unida mediante bisagras, su ángulo de apertura será superior a 100° y su dispositivo de cierre tendrá tres puntos de fijación simultáneos, uno en el centro, otro en la parte superior y otro en la parte inferior. Las bisagras serán inaccesibles desde el exterior en posición de servicio y permitirán el desmontaje desde su parte interior sin necesidad de herramientas. Si esto no es posible, el ángulo de apertura de la puerta será de 180° aproximadamente. Cuando la puerta tenga una altura inferior a 400 mm se permitirá un solo punto de cierre.

El cierre de la puerta se efectuara mediante dispositivos de cabeza triangular de 11 mm de lado que se deberá maniobrar con una llave y llevarán un complemento que permita la colocación de un candado según Norma NI 16.20.01.

6.3.4 Placa de protección

En su interior dispondrá de una placa precintable, aislante y transparente de policarbonato de 2 mm de espesor mínimo. Estará perforada de tal forma que sobresalgan los tapones portafusibles de tipo “DO” para la sustitución de los fusibles no será necesario desmontar dicha placa y mantendrá un grado de protección IP3X para las partes activas (véase figura 1).

La placa estará doblada aproximadamente a 90° de tal forma que únicamente proteja la zona de fusibles y bornas de entrada / salida, manteniendo un grado de protección con los laterales de la envolvente y el panel de montaje IP2X.

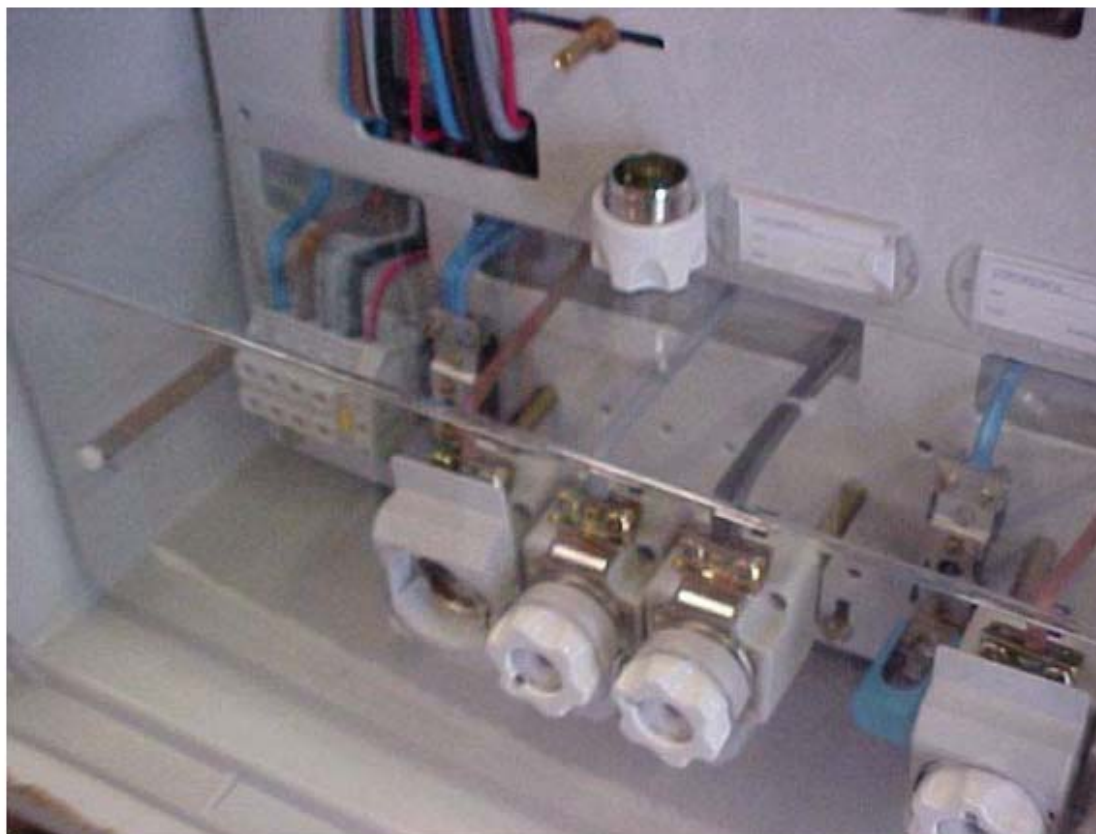


Figura 1. Placa de protección

6.3.5 Panel de montaje de contadores.

Serán de material aislante que supere el ensayo del hilo incandescente, según UNE EN 60 695-2-1 (serie) a 850°C.

El espacio reservado para cada contador tendrá las medidas indicadas en la tabla 2 y figura 2.

Tabla 2
 Panel de montaje de contadores (Dimensiones en mm)

Contador	A Min	B Min	C Min	D	E Min	F		G Min
						Min.	Max.	
Monofásico	145	250	60	40 ₊₃	40	60	90	30
Trifásico	200	370	155	60 ₊₃	45	80		60

El espesor mínimo del panel será de 3 mm.

Para la sujeción del interruptor horario se considerarán las medidas especificadas para el contador monofásico.

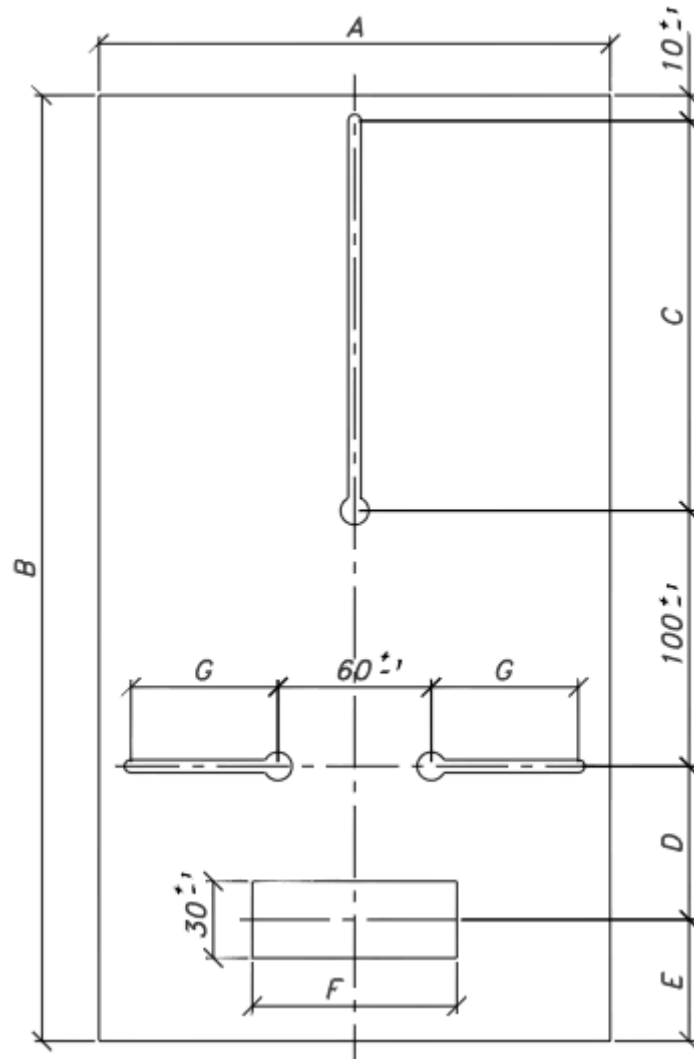
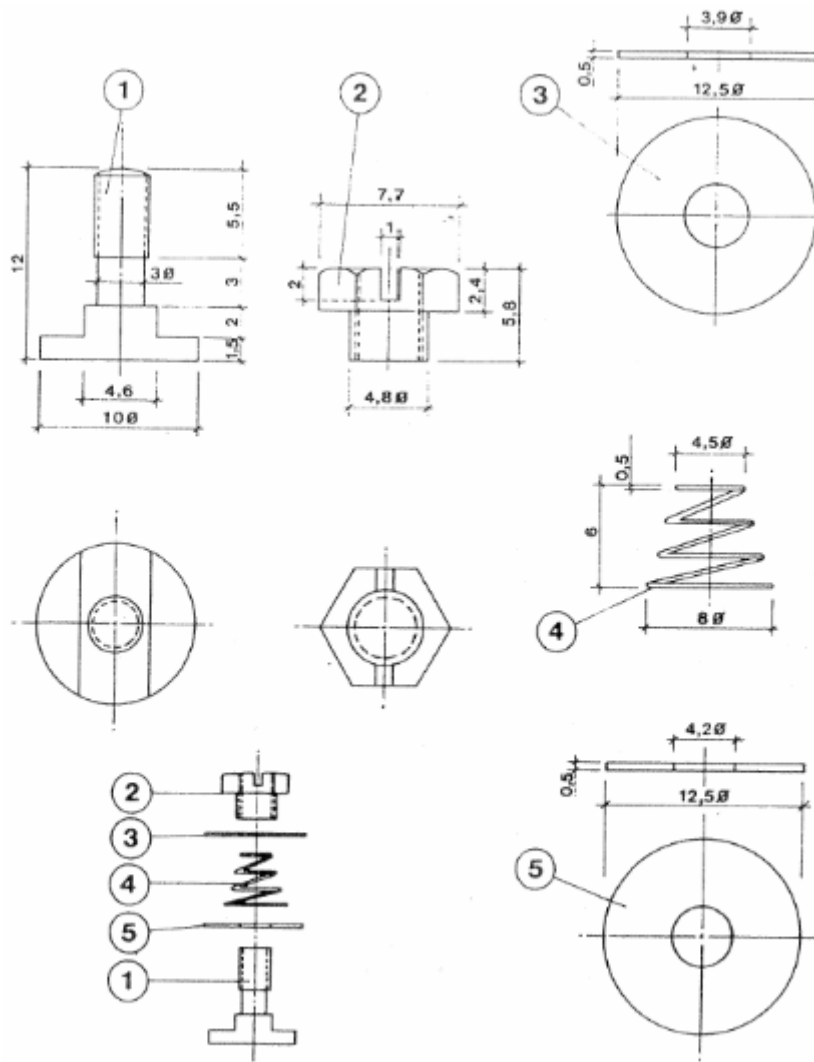


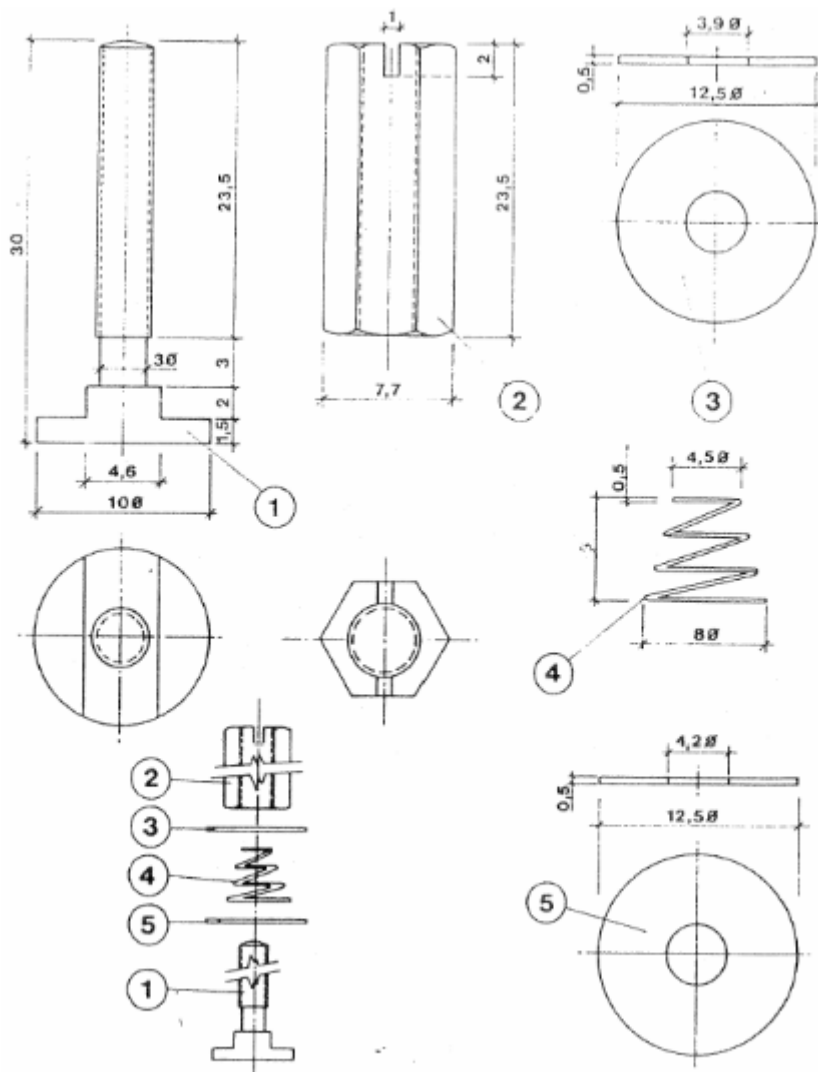
Figura 2: Panel de montaje de contadores. Dimensiones en mm

Los contadores y el interruptor horario se sujetarán al panel con tornillos de latón, métrica 4, (figuras 3 y 4) imperdibles y desplazables por el ranurado del panel. Se suministrarán montados en sus correspondientes ranuras, un conjunto por cada equipo a instalar, cada conjunto de tornillos estará compuesto por uno superior y dos inferiores.



Las piezas 1, 2, 3 y 5 serán de latón

Figura 3: Tornillo superior de M 4. Dimensiones en mm.



Las piezas 1, 2, 3 y 5 serán de latón

Figura 4: Tornillos inferiores de M 4. Dimensiones en mm.

7 Marcas

Los conjuntos individuales deberán llevar como mínimo y de forma clara e indeleble lo siguiente:

- nombre o marca del fabricante (grabado y en etiqueta interna)
- designación del modelo (etiqueta interna)
- tensión asignada (etiqueta interna)
- taller de montaje autorizado por el fabricante, (etiqueta interna)
- fecha de montaje, indicando mes y año (etiqueta interna)

Todas las cajas llevarán en la parte exterior de la puerta y en la placa de protección interior, una placa de señalización de riesgo eléctrico del tamaño AE-05 especificado en la norma NI 29.00.00.

Todas las mirillas llevarán grabadas las siglas UV, como indicación de protección contra los rayos ultravioleta.

8 Utilización y descripción de los tipos

Se utilizarán en instalaciones de intemperie para la medida de suministros individuales en BT. Se podrá utilizar también en interior cuando se quiera dar un grado mayor de protección a la medida.

8.1 Descripción de los tipos de cajas normalizadas

A continuación se describen las características de los diferentes tipos de cajas normalizadas (véanse figuras 5 a 12).

8.1.1 Tipos CPM1-D2-M y CPM1-D2-I (Véase figura 5)

Son cajas con capacidad para:

- Un (1) contador monofásico de activa, simple o doble tarifa NI 42.00.01
- 1 interruptor horario NI 42.85.01

Cada caja incorpora:

- El cableado
- Un (1) borne fijo (mínimo BFT 35) para neutro equipado con borne bimetálico de doble piso de entrada para cable de 16 a 50 mm² de sección
- Una (1) base cortacircuitos del tipo NEOZED base, tapa y tapón tamaño DO3 de 100 A, según norma NI 76.03.01, con borne bimetálico de entrada de 16 a 50 mm² de capacidad
- Un (1) bloque de bornes seccionables BS-4 según NI 76.84.03
- Dos (2) bloques de bornes fijos del tipo BFT-25, según NI 76.84.02

Estos bloques de bornes dispondrán de tapa final y topes de sujeción

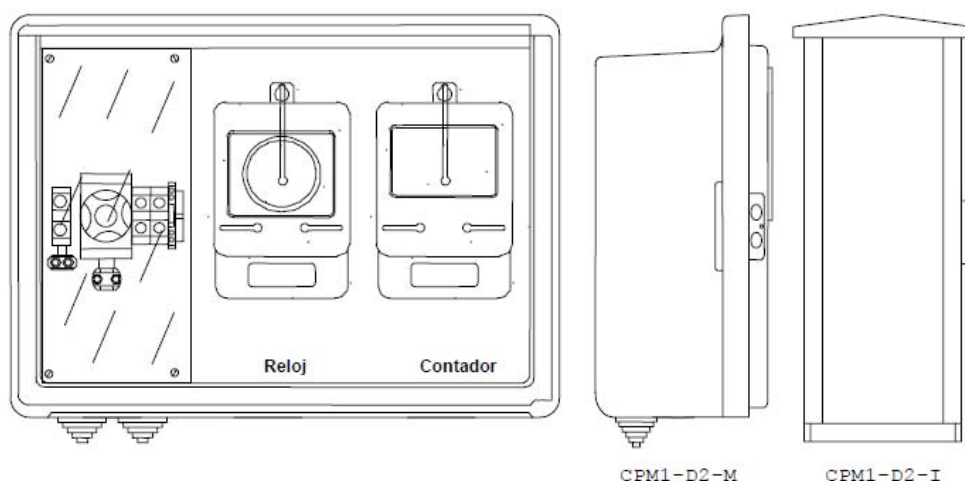


Figura 5: Cajas CPM1-D2-M y CPM1-D2-I

8.1.2 Tipos CPM3-D2/2-M y CPM3-D2/2-I (Véase figura 6)

Es una caja con capacidad para:

- Dos (2) contadores monofásicos de energía activa simple o doble tarifa
- Un (1) interruptor horario NI 42.85.01

La caja incorpora en cada uno de los equipos de medida:

- El cableado.
- Un (1) borne fijo (mínimo BFT-35) para neutro equipado con borne bimetálico de doble piso de entrada para cable de 16 a 50 mm² de sección.
- Una (1) base cortacircuitos del tipo NEOZED base, tapa y tapón tamaño DO3 de 100 A, según norma NI 76.03.01, con borne bimetálico de entrada de 16 a 50 mm² de capacidad.
- Un (1) bloque de bornes seccionables BS-4 según NI 76.84.03
- Dos (2) bloques de bornes fijos del tipo BFT-25, según NI 76.84.02.

Estos bloques de bornes dispondrán de tapa final y topes de sujeción.

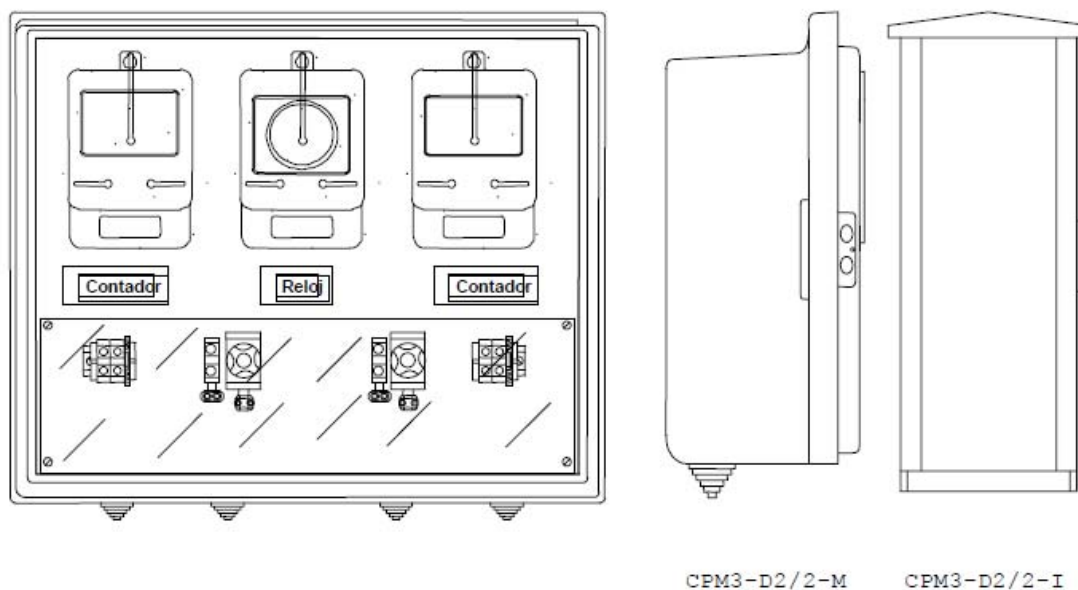


Figura 6: Cajas CPM3-D2/2-M y CPM3-D2/2-I

9 Comportamiento medioambiental

Las CPM y CMT objeto de esta norma, son conjuntos de elementos inertes durante el servicio normal de funcionamiento.

Los fabricantes deberán proporcionar la información concerniente a su tratamiento al final de su vida útil, recuperación, reciclado, eliminación, etc.

10 Ensayos

Todos los ensayos deben realizarse sobre la caja montada como en utilización normal y sin que contenga ni el contador ni el interruptor horario, que serán sustituidos por conexiones de impedancia despreciable. Si en algún caso esto no es posible, los ensayos se efectuarán sobre muestras representativas de las cajas.

Cuando no se indica otra cosa, los ensayos se realizarán a la temperatura de (20 ± 5) °C.

10.1 Ensayos de tipo

Los ensayos de tipo deben efectuarse sobre las cajas especificadas en esta norma antes de su suministro, para demostrar que sus características son las establecidas en esta norma y adecuadas para las aplicaciones previstas.

Estos ensayos son de tal naturaleza, que después de haberlos efectuado, no es necesario repetirlos, salvo que se realicen cambios en los materiales utilizados o en el diseño de las cajas, susceptibles de modificar sus características.

Los ensayos de tipo se efectuarán según se indica en la tabla 4.

Tabla 4
Ensayos de tipo

Ensayo	Muestra a ensayar	Método y condiciones	Valores a obtener y prescripciones
Verificación de las propiedades dieléctricas			
Rigidez dieléctrica a frecuencia industrial	Una caja de cada tipo	UNE EN 60 439-1 Apdo. 8.2.2.2 y 8.2.2.3	UNE EN 60 439-1 Apdo. 8.2.2.2 y 8.2.2.3
Tensión soportada al impulso		UNE EN 60 439-1 Apdo.8.2.2.6.1 y 8.2.2.6.2	NI 42.72.00 Apdo. 6.1

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Ensayo	Muestra a ensayar	Método y condiciones	Valores a obtener y prescripciones
Verificación de la resistencia mecánica			
Grado de protección IP	Una caja de cada tipo	EN 60 529	NI 42.72.00 Apdo. 6.2.1
Resistencia al impacto		UNE EN 60 439-5 Apdo. 8.2.9.2.1	NI 42.72.00 Apdo. 6.2.1
Resistencia mecánica de las puertas		UNE EN 60 439-5 Apdo. 8.2.9.3	UNE EN 60 439-5 Apdo. 8.2.9.3
Resistencia axial de los insertos metálicos	Una Probeta	UNE EN 60 439-5 Apdo. 8.2.9.4	UNE EN 60 439-5 Apdo. 8.2.9.4
Verificación de los límites de calentamiento	Una Probeta	UNE EN 60 439-1 Apdo. 8.2.1	UNE EN 60 439-1 Apdo. 8.2.1
Verificación de la resistencia al calor anormal y al fuego			
Resistencia al calor anormal y al fuego	Una probeta de cada material aislante	UNE EN 60 439-3 Apdo. 8.2.13	NI 42.72.00 Apdo. 6.2.2
Categoría de inflamación	Cinco probetas de cada material aislante	UNE EN 60 439-3 Apdo. 8.2.10.2	UNE EN 60 439-5 Apdo. 8.2.10.2
Calor seco	Una caja completa	UNE EN 60 439-3 Apdo. 8.2.10.3	UNE EN 60 439-5 Apdo. 8.2.10.3
Verificación de la resistencia a la corrosión y al envejecimiento			
Verificación de la resistencia a la oxidación y a la humedad	Cada uno de los componentes y una probeta de material de la envolvente	UNE EN 60 439-3 Apdo. 8.2.11	UNE EN 60 439-5 Apdo. 8.2.11
Resistencia a los productos alcalinos	Dos probetas aprox. 10 g de cada material de las partes de la caja susceptibles de estar en contacto con materiales de construcción	Sumergir las dos probetas en una disolución de NaOH a 36 B. Tras 2 horas de permanencia en la disolución a 100 °C se retiran y se lavan en agua. Se dejan secar a temperatura ambiente un mínimo de 24 h	La variación en peso antes y después del ensayo no debe superar en valor absoluto el 2 %

10.2 Ensayos individuales

Los ensayos individuales indicados en la tabla 5, están destinados a detectar los defectos que afecten a los materiales y a la fabricación. Estos se efectuarán sobre el 100% de las cajas después de su montaje.

El fabricante deberá disponer en sus propias instalaciones de un laboratorio dotado de los aparatos necesarios que permitan realizar todos los ensayos individuales indicados en la tabla 5, y los ensayos de tipo siguientes:

- rigidez dieléctrica a frecuencia industrial
- grado de protección contra la entrada de cuerpos sólidos y entrada de agua
- resistencia al impacto
- resistencia mecánica de las puertas
- resistencia axial de los insertos metálicos de las envolventes

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Tabla 5

Ensayos individuales

Ensayo	Método y condiciones	Valores a obtener y prescripciones
Verificación de las características constructivas		
Aislamiento total	Visual UNE EN 60 439-1 Apdo.7.4.3.2.2	NI 42.72.00 Apdo. 6.2.1
Ventilación	Visual NI 42.72.00	NI 42.72.00 Apdo. 6.2.1
Capacidad de las cajas	Visual NI 42.72.00	NI 42.72.00 Apdo. 8.1
Puerta, placa y panel	Visual NI 42.72.00	NI 42.72.00 Apdo. 6.3
Dispositivos de cierre	Visual NI 42.72.00	NI 42.72.00 Apdo. 6.3
Entradas de cables	Visual NI 42.72.00	NI 42.72.00 Apdo. 6.3
Características bloque de bornes	Visual NI 42.72.00	NI 42.72.00 Apdo. 8.1
Cableado	Visual NI 42.72.00	NI 42.72.00 Apdo. 6.3.2
Precintabilidad	Visual NI 42.72.00	NI 42.72.00 Apdo. 6.3.4
Marcas	Visual NI 42.72.00	NI 42.72.00 Capítulo 7

11 Calificación y recepción

11.1 Calificación

Con carácter general, la inclusión de suministradores y productos se realizará siempre de acuerdo con lo establecido en la norma NI 00.08.00: "Calificación de suministradores y productos tipificados".

Iberdrola se reserva el derecho de repetir ciertos ensayos realizados por el fabricante en la fase de calificación.

El proceso de calificación incluirá la realización de los ensayos indicados en el capítulo 10 de esta norma cuyo método, condiciones y valores a obtener se indican en la tabla 4 y 5.

Si uno cualquiera de los ensayos no cumple lo especificado, se considerará que las cajas a las que sea aplicable este ensayo no son satisfactorias.

Una vez realizado el proceso de calificación, se elaborará por cada fabricante y modelo, un anexo de gestión de calidad a realizar por Iberdrola.

11.2 Recepción

Los criterios de recepción podrán variar a juicio de Iberdrola, en función del Sistema de Calidad instaurado en fábrica y de la relación Iberdrola-Suministrador en lo que respecta a este producto (experiencia acumulada, calidad concertada, etc.).

En principio se realizarán los ensayos individuales que se indican en la tabla 5.

CARACTERÍSTICAS GENERALES



Cajas Generales de Protección y Medida (CPM) són aquellas cajas que, en un solo elemento, incluyen la caja general de protección y el conjunto de medida.

Están diseñadas para contener los fusibles de protección y los equipos de medida para suministros individuales domésticos, comerciales o industriales en BT. Según las especificaciones pueden utilizarse las envolventes **MINIMINTER, MININTER V, MININTER H, PANINTER, MAXINTER, MINIMIXT O SUPERINTER**, por combinación de las cuales se resuelven todos los casos de tarificación tanto en medida directa como indirecta.

Una completa gama de armarios de distribución permite la alimentación de estos equipos a partir de una línea subterránea o aéreo-subterránea. Su realización en envolventes del mismo tipo que las cajas generales de protección y medida simplifican y favorecen los montajes en interior o exterior, sobre fachada, empotradas, sobre zócalos o sobre postes.

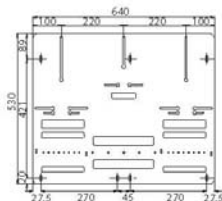
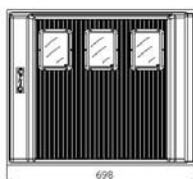
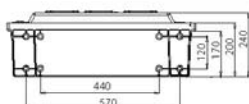
Características técnicas:

- Envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035, resistente al calor anormal o fuego, según UNE EN 60 695-2-1/0.
- Grado de protección IP43 en envolventes empotrables e IP55 en envolventes de intemperie, según UNE 20 324.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos, IK09 en envolventes empotrables e IK10 en envolventes de intemperie, según UNE EN 50 102.
- Clase térmica A, según UNE 21 305.
- Gran resistencia a la corrosión y a los rayos ultravioletas.
- Autoventilación por convección natural sin reducir el grado de protección indicado.
- Ventanillas para lectura de los aparatos de medida opcionales, en policarbonato transparente estabilizado contra la acción de los rayos ultravioleta (U.V.).
- Puerta con bisagras, de apertura superior a 100°.
- Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato.
- Panel de poliéster troquelado para fijación de equipos de medida.
- Tornillería de fijación de latón, imperdible y desplazable por el ranurado del panel.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial

Autor: Antonio Rubio Robles

MAXINTER



Composición de la envoltura:

- Cuba provista de insertos metálicos M6 para la fijación del aparellaje o placa de montaje.
- Puerta articulada sobre bisagras, equipada opcionalmente con dos o tres ventanillas tipo V1 para la lectura de los aparatos de medida y cerradura de plástico de cabeza triangular.

Opcionalmente se pueden adaptar otros tipos de cierre.
Puede suministrarse equipado con bases y cableado.

Utilización:

Diseñada para contener los fusibles de protección y el equipo de medida para dos abonados individuales monofásicos o trifásicos con simple o doble tarifa.

Cierre:

En su versión estándar incorpora cierre de plástico triangular de 11 mm normalizado, con herraje para candado.

Composición

Designación	Placa de Montaje	Ventanilla	HC (1)	Base + Neutro	Corte Omnipolar	Tapabases	Bornes Entrada Independientes (mm ²)	Referencia
MX-HC	-	-	•	-	-	-	-	255.001
MX-2VHC	-	2	•	-	-	-	-	255.005
MX-3VHC	-	3	•	-	-	-	-	255.006
MX-HC/PA	-	-	•	-	-	-	-	(2) 255.003
MX-C	ciega	-	•	-	-	-	-	255.021
MX-C/2V	ciega	2	•	-	-	-	-	255.025
MX-C/3V	ciega	3	•	-	-	-	-	255.026
MX-MT/2VOT95	1M+1T	2	•	•	•	•	95	255.204
MX-MT/2VOT150	1M+1T	2	•	•	•	•	150	255.205
MX-2T/2VOT95	2T	2	•	•	•	•	95	255.224

(1) HC: Dispositivo para candado - (2) Con placa de cierre amovible

MININTER-H



Composición de la envoltura:

- Cuba provista de insertos metálicos M6 para la fijación del aparellaje o placa de montaje.
- Puerta articulada sobre bisagras, equipada opcionalmente con una o dos ventanillas tipo V0 para lectura de los aparatos de medida y cerradura de plástico de cabeza triangular.

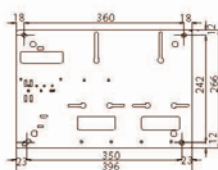
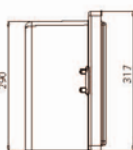
*Opcionalmente se pueden adaptar otros tipos de cierre.
 Puede suministrarse equipado con bases y cableado.*

Utilización:

Diseñada para contener los fusibles de protección y el equipo de medida para un abonado individual con simple o doble tarifa en monofásico.

Cierre:

En su versión estándar incorpora cierre de plástico triangular de 11 mm normalizado, con herraje para candado.



Composición

Designación	Placa de Montaje	Ventanilla	HC (1)	Base + Neutro	Corte Omnipolar	Tapabases	Referencia
MH	-	-	-	-	-	-	256.800
MH-HC	-	-	•	-	-	-	256.832
MH-C	ciega	-	-	-	-	-	256.801
MH-1M/V	1M	1	•	-	-	-	256.805
MH-1M/VU	1M	1	•	•	-	-	256.815
MH-1M/VUT	1M	1	•	•	-	•	256.816
MH-1M/VOT	1M	1	•	•	•	•	256.812
MH-1MR	1M+R	-	-	-	-	-	256.804
MH-1MR/2V	1M+R	2	•	-	-	-	256.806

(1) HC: Dispositivo para candado



CAJAS DE PROTECCION Y MEDIDA



MONTAJE INTEMPERIE Y MEDIDA DIRECTA SEGÚN NI 42.72.00

DESCRIPCIÓN EQUIPO:

- Capacidad para un contador monofásico multifunción con dispositivo de discriminación horaria, según NI 42.20.01
- Panel troquelado suplementado para un contador monofásico.
- Una mirilla de policarbonato transparente en modelo empotrable.
- Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato.
- Panel para montaje de base BUC y neutro amovible.
- Base de neutro amovible de 160A con borne bi metálico de hasta 50 mm² de capacidad.
- Base unipolar cerrada BUC tamaño 00 de 160A, según NI 76.01.02.
- Complemento: puerta metálica referencia 931.104-IB.



CPM1-D2-M



CPM1-D2-I

DESIGNACIÓN IBERDROLA	TIPO INSTALACION	BIVOLVENTE	ANCHO x ALTO x FONDO (mm)	REFERENCIA CAHORS
CPM1-D2-M	Empotrable	MININTER	431x317x183	0257466
CPM1-D2-I	Saliente	SUPERINTER SI55-T	534x526x338	0471028

www.cahorsesp.es

Cahors Española S.A, Ctra Vilamallà a Figueras Km1, 17469 VILAMALLA (Girona) España



CAJAS DE PROTECCION Y MEDIDA



MONTAJE INTemperIE Y MEDIDA DIRECTA SEGÚN NI 42.72.00

Características:

- Capacidad para dos contadores monofásicos multifunción con dispositivo de discriminación horaria, según NI 42.20.01
- Paneles troquelados suplementados para contadores monofásicos.
- Dos mirillas de policarbonato transparente en modelo empotrable.
- Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato.
- Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles.
- Bases de neutro amovibles de 160A con bornes bimetálicos de hasta 50 mm² de capacidad.
- Bases unipolares cerradas BUC tamaño 00 de 160A, según NI 76.01.02.
- Complemento: puerta metálica referencia 931.105-IB.



CPM3-D2/2-M



CPM3-D2/2-I

DESIGNACIÓN IBERDROLA	TIPO INSTALACIÓN	ENVOLVENTE	ANCHO x ALTO x FONDO (mm)	REFERENCIA CAHORS
CPM3-D2/2-M	Empotrable	MAX INTER	698x578x240	0255261
CPM3-D2/2-I	Saliente	TPD 57-T	750x535x310	0471029
CPM3-D2/2-M	Empotrable	PANINTER	536x517x227	0254419

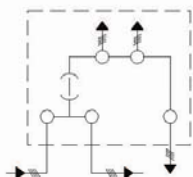
Nota: Para armarios de 11 solo abonado, añadir a las referencias -1

www.cahorsesp.es

Cahors Española S.A, Ctra Vilamallà a Figueras Km1, 17469 VILAMALLA (Girona) España

ARMARIOS DE DISTRIBUCION

ARMARIOS DE DISTRIBUCION



ARMARIOS DE SECCIONAMIENTO

Diseñados para realizar el seccionamiento de líneas subterráneas de BT y, opcionalmente, para:

- Derivación de una línea subterránea
- Salida de una o dos derivaciones individuales a través de una caja general de protección y medida tipo CPM3 acoplada.
- Derivación de una línea y salida de una o dos derivaciones individuales, con una caja tipo CPM3.

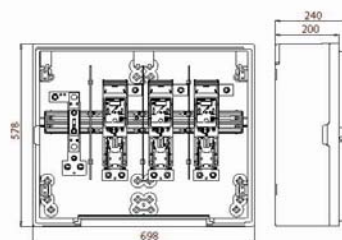
Versiones básicas:

Montaje empotrado: envoltorio tipo MAXINTER (ver pág.8).
Montaje saliente: envoltorio tipo SUPERINTER SI 57 (ver pág.10).
En ambos casos el armario de seccionamiento permite el acoplamiento con una caja general de protección tipo CPM3 con envoltorio MAXINTER o SUPERINTER respectivamente.
El seccionamiento de la línea subterránea se realiza mediante bases fusibles tipo NH tamaño 1 ó 2 con o sin dispositivo extintor de arco.



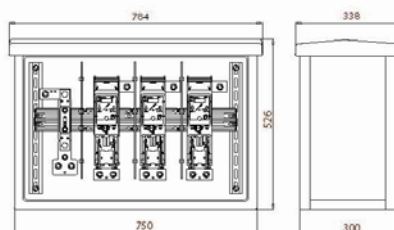
MONTAJE EMPOTRADO

Designación	Envoltorio	Referencia
CS-250/400-E	MAXINTER	555.060
CS-400/400-E	MAXINTER	555.064



MONTAJE SALIENTE

Designación	Envoltorio	Referencia
CS-250/400-S	SUPERINTER SI 57-T	470.132
CS-400/400-S	SUPERINTER SI 57-T	470.133





CAJAS DE SECCIONAMIENTO



MONTAJE INTEMPERIE SEGÚN NI 76.50.04

Características:

- Envoltente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER.
- Grado de protección IP 43 UNE 20 234 e IK09 UNE EN 50 102.
- Tres bases unipolares cerradas BUC tamaño 1 o tamaño 2, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.
- Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.



CS-250/400 E

DESIGNACION IBERDROLA	TIPO INSTALACION	ENVOLVENTE	ANCHO x ALTO x FONDO (mm)	REFERENCIA CAHORS
CS-250/400 E	Empotrable	MAX INTER	698x578x240	0555 060
CS-400/400 E	Empotrable	MAX INTER	698x578x240	0555 064

Características:

- Envoltente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo TPD 57-T.
- Grado de protección IP 55 UNE 20 234 e IK10 UNE EN 50 102.
- Tres bases unipolares cerradas BUC tamaño 1 o tamaño 2, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.
- Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.



CS-250/400 S

DESIGNACION IBERDROLA	TIPO INSTALACION	ENVOLVENTE	ANCHO x ALTO x FONDO (mm)	REFERENCIA CAHORS
CS-250/400 S	Saliente	TPD 57-T	750x535x310	0470 132
CS-400/400 S	Saliente	TPD 57-T	750x535x310	0470 133

www.cahorsesp.es

Cahors Española S.A, Ctra Vilamallà a Figueras Km1, 17469 VILAMALLA (Girona) España

ANEXO 4

CABLE SUBTERRANEO DE MEDIA TENSION (VULPREN HEPRZ1 Al H-16, tensión 12/20 kV)

1 Objeto y campo de aplicación

Esta norma (NI 56.43.01) especifica las características que deben reunir y los ensayos que han de superar los cables unipolares de AT con conductores de aluminio y aislamiento seco etileno propileno de alto módulo y cubierta especial.

Esta norma es aplicable a los cables unipolares de AT hasta 30 kV tipo HEPRZ1 para redes subterráneas de alta tensión a instalar en el ámbito de Iberdrola.

2 Normas para consulta

IBERDROLA NI 56.43.01- Norma constructiva.

UNE-EN 50267 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases.

IEC 60754 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases.

3 Tipos normalizados. Características esenciales y código

Los tipos normalizados y las características esenciales son las que figuran en la tabla 1.

Tabla 1

Tipos normalizados

Designación	Tensión nominal kV	Naturaleza y sección conductor mm ²	Sección pantalla mm ²	Suministro		Código
				Longitud normalizada ± 2% m	Tipo de bobina UNE 21 167-1	
HEPRZ1 12/20 1x50 K Al+H16	12/20	Al 50	16	820	14	5641814
HEPRZ1 12/20 1x150 K Al+H16		Al 150	16	1000	20	5641818
HEPRZ1 12/20 1x240 K Al+H16		Al 240	16	1000	22	5641820
HEPRZ1 12/20 1x400 K Al+H16		Al 400	16	1000	22	5641822
HEPRZ1 18/30 1x50 K Al+H16	18/30	Al 50	16	580	14	5643314
HEPRZ1 18/30 1x150 K Al+H25		Al 150	25	1000	22	5643318
HEPRZ1 18/30 1x240 K Al+H25		Al 240	25	1000	22	5643320
HEPRZ1 18/30 1x400 K Al+H25		Al 400	25	1000	22	5643322

4 Características

4.1 Características eléctricas

4.1.1 Tensión asignada.- Las tensiones asignadas de los cables para cada uno de los dos niveles de tensión definidos en esta norma son las indicadas en la tabla 2.

Tabla 2

Tensiones de los cables

U ₀ kV	U kV	U _m kV	U _p kV
12	20	24	125
18	30	36	170

U₀: es la tensión nominal eficaz a frecuencia industrial entre el conductor y la tierra de la pantalla metálica.

U: es la tensión nominal eficaz a frecuencia industrial entre dos conductores.

U_m: es la tensión máxima eficaz a frecuencia industrial entre dos conductores, para lo cual se diseña el cable y sus accesorios.

U_p: es el valor de cresta a los impulsos de tipo rayo, aplicada entre cada conductor y la pantalla metálica para el que se diseña el cable y sus accesorios.

4.1.2 Intensidades.- Las prestaciones eléctricas de los cables dependen de varios factores, por lo que deben ser precisadas en cada caso particular. Sin embargo y a título de guía de utilización, damos estas características en condiciones más usuales de instalación.

4.1.2.1 Intensidades máximas permanentes admisibles de los conductores.- Las condiciones de instalación en que se basan los valores indicados en la tabla 3 son:

- Instalación al aire sin radiación solar:
 - Temperatura del aire 40°C
 - Cables colocados al tresbolillo en contacto
- Instalación directamente enterrada:
 - Temperatura del terreno 25°C
 - Resistividad térmica del terreno 1° K m/W
 - Profundidad de instalación 1000 mm
 - Cables colocados al tresbolillo en contacto

Tabla 3

Intensidades máximas permanentes admisibles en los conductores

Sección mm ²	Intensidad máxima admisible (A)	
	Al aire	Enterrada
50	160	--
150	345	330
240	470	435
400	630	560

4.1.2.2 Intensidades máximas de cortocircuito en los conductores.- La intensidad máxima admisible de cortocircuito en los conductores considerando el proceso adiabático y partiendo de la temperatura máxima de servicio de 105°C, se indica en la tabla 4.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Tabla 4

Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores, en kA

Sección mm ²	Duración en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
50	14,9	10,5	8,6	6,6	4,7	3,8	3,3	2,9	2,7
150	44,7	31,6	25,8	19,9	14,1	11,5	9,9	8,8	8,1
240	71,5	50,6	41,2	31,9	22,5	18,4	15,8	14,1	12,9
400	119,2	84,4	68,8	53,2	37,6	30,8	26,4	23,6	21,6

4.1.2.3 Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla.- La intensidad máxima admisible de cortocircuito en las pantallas considerando el cable transportando la intensidad máxima admisible de servicio, se indica en la tabla 5.

Tabla 5

Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla, en kA

Sección mm ²	Duración en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
16	7,750	5,640	4,705	3,775	2,845	2,440	2,200	2,035	1,920
25	11,965	8,690	7,245	5,795	4,350	3,715	3,340	3,090	2,900

4.1.3 Resistencia, reactancia y capacidad.- En la tabla 6 se indican las características de resistencia a 105°C, la reactancia a la frecuencia de 50 Hz y la capacidad.

Tabla 6

Resistencia, reactancia y capacidad

Sección mm ²	Tensión nominal kV	Resistencia máx.a 105°C Ω/km	Reactancia por fase Ω/km	Capacidad μF/km
50 150 240 400	12/20	0,862 0,277 0,169 0,106	0,133 0,112 0,105 0,098	0,206 0,368 0,453 0,536
50 150 240 400		0,862 0,277 0,169 0,106	0,144 0,121 0,113 0,106	0,161 0,266 0,338 0,401

4.2 Características constructivas

Todos los cables especificados en esta norma cumplirán con lo especificado en la UNE HD 620-9E.

En la figura 1 se representa la constitución y estructura del cable.

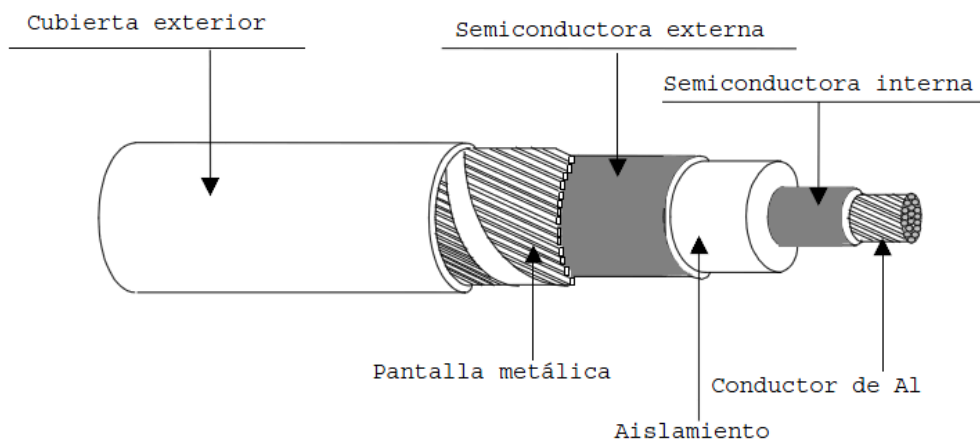


Fig. 1: Constitución del cable

4.2.1 Conductor.- Estará constituido por un elemento circular compacto de clase 2 según la norma UNE 21 022, de aluminio.

4.2.2 Aislamiento.- Estará constituido por un dieléctrico seco extruido, mediante el proceso denominado "triple extrusión".

- tipo de aislamiento: Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR). Las características de este material serán las especificadas en la tabla 7

- espesor: tal como se indica en el apartado 3.2 de UNE HD 620-9E, estará en función del gradiente de potencial eléctrico máximo “El gradiente del potencial eléctrico a la tensión asignada U_0 debe ser inferior o igual a 4 kV/mm a nivel de pantalla sobre el conductor e inferior o igual a 2,4 kV/mm sobre el aislamiento”

- temperatura máxima en servicio permanente: 105°C

- temperatura máxima en cortocircuito en máximo 5 s: 250°C

Tabla 7

Características del material de aislamiento HEPR

Propiedades	Unidades	Valores
Antes de envejecimiento de la muestra		
- Resistencia mínima a la tracción	Mpa	8,5
- Alargamiento mínimo en la rotura	%	200
- Módulo elástico mínimo al 150% de alargamiento	MPa	4,5
Después de envejecimiento de la muestra		
temperatura	°C	150
duración	h	168
- Resistencia mínima a la tracción	MPa	-
• Variación máxima	%	+30
- Alargamiento mínimo en la rotura	%	-
• Variación máxima	%	+30
Después de envejecimiento en bomba de aire a 0,55 MPa		
temperatura	°C	127
duración	h	40
- Resistencia mínima a la tracción	MPa	-
• Variación máxima	%	+30
- Alargamiento mínimo en la rotura	%	-
• Variación máxima	%	+30
Alargamiento en caliente		
temperatura	°C	250
duración	min	15
esfuerzo mecánico	MPa	0,2
- Alargamiento máximo bajo carga	%	100
- Alargamiento permanente máximo	%	10
Absorción de agua		
temperatura	°C	100
duración	h	24
- Variación de masa máxima admitida	mg/cm ²	3
Resistencia de aislamiento Ki (valor min)		
a 20 °C	MΩ.km	5000
a 105 °C	MΩ.km	5
Resistencia al ozono		
duración	h	30
- Concentración de ozono	ppm	250 a 300

Nota: La tolerancia de las temperaturas indicadas es la especificada en la norma UNE HD 605 apartado 1.5.2.

4.2.3 Pantalla sobre el conductor.- Estará constituida por una capa de mezcla semiconductora extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, de espesor medio mínimo 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento. Sólo para las secciones mayores será opcional el colocar una cinta semiconductora entre el conductor y la capa semiconductora extruida.

4.2.4 Pantalla sobre el aislamiento.- La pantalla sobre el aislamiento estará constituida por una parte no metálica asociada a una parte metálica.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

La parte no metálica estará formada por una de mezcla semiconductor extruida, separable en frío, de espesor medio mínimo de 0,5 mm, según el apartado 4.3.3 de la norma UNE HD 620-1.

La parte metálica estará constituida por una corona de alambres de Cu dispuestos en hélice a paso largo y una cinta de Cu, de una sección de 1 mm² como mínimo, aplicada con un paso no superior a cuatro veces el diámetro sobre la corona de alambres, según el apartado 4.8 de la norma UNE HD 620-1.

4.2.5 Cubierta exterior.- Estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1), según el apartado 4.9 de la UNE HD 620-1, de color rojo. Su espesor nominal, según el apartado 4.9.3 de la UNE HD 620-1, tendrá el valor indicado en la tabla 8 y cumplirá con lo indicado en la tabla 9.

Tabla 8
Espesor nominal de la cubierta exterior en mm

Sección nominal del conductor mm ²	Espesor nominal de la cubierta exterior de los cables de tensión asignada U ₀ /U	
	12/20 kV	18/30 kV
50	2,5	2,7
150	3,0	3,0
240	3,0	3,0
400	3,0	3,0

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Tabla 9

Características de la cubierta

Propiedades	Unidad	Valor
Sin envejecimiento de la muestra		
- Resistencia mínima a la tracción	Mpa	15
- Alargamiento mínimo en la rotura	%	500
Después del envejecimiento de la muestra		
temperatura	°C	110±2
duración	h	336
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	300
Después del envejecimiento del cable completo (ensayo de no contaminación)		
temperatura	°C	110±2
duración	h	168
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	300
Pérdida de masa		
temperatura	°C	100±2
duración	h	168
- Pérdida máxima de masa	mg/cm ²	0,5
Presión a temperatura elevada		
temperatura	°C	115±2
duración	h	6
- Coeficiente K		0,7
- Profundidad máxima de la huella	%	50
Comportamiento a baja temperatura		
- Alargamiento en frío		
• temperatura	°C	-30±2
• alargamiento mínimo en la rotura	%	20
Resistencia al desgarro		
- Temperatura	°C	20±5
- Resistencia mínima	N/mm	24
Contracción		
temperatura	°C	80±2
duración	h	5x5
- Contracción máxima	%	7
Resistencia a la abrasión		
- Temperatura	°C	20±5
- Masa aplicada	kg	36
- Número de desplazamientos		8
- Velocidad de aplicación	m/s	0,3±15%
Ensayo de absorción de agua (Método gravimétrico)		
- Temperatura del agua	°C	85±2
- Tiempo de inmersión	h	336
- Variación máxima de masa	mg/cm ²	0,5
Contenido en metales pesados		
- Plomo	%	< 0,5
Emisión de gases ácidos		
- Valor mínimo del pH		4,3
- Valor máximo de la conductividad	µS/mm	10
Decoloración y pérdida de las características mecánicas		
- Decoloración	-	Muy poca
- Variación máxima del alargamiento	%	15
- Variación máx. de la resistencia a la tracción	%	15

4.2.5.1 Protección del medio ambiente.-En su composición, el material de cubierta exterior del cable no contendrá hidrocarburos volátiles, halógenos ni metales pesados con excepción del plomo, del que se admitirá un contenido inferior al 0,5%.

Además el cable, en su diseño y construcción, permitirá una fácil separación y recuperación de los elementos constituyentes para el reciclado o tratamiento adecuado de los mismos al final de su vida útil.

5 Marcado

Llevará inscritas sobre la cubierta, de forma legible, e indeleble, según los apartados 3.4 y 3.3 respectivamente de la UNE HD 620-1, las marcas siguientes:

- nombre del fabricante y/o marca registrada
- designación completa del cable
- año de fabricación (dos últimas cifras)
- indicación de calidad concertada, cuando la tenga
- identificación para la trazabilidad (nº de partida u otro)

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

6 Utilización

En instalaciones de líneas subterráneas de alta tensión hasta 30 kV a construir por Iberdrola o por terceros que posteriormente pasarán a ser explotadas por Iberdrola.

El cable de 1x50 mm² se utilizará exclusivamente en los enlaces entre celdas y transformador, en centros de transformación.

7 Denominación

Estos cables se designarán mediante las indicaciones siguientes:

- | | |
|---------------------------|---|
| - tipo constructivo: | HEPRZ1 |
| - tensión asignada en kV: | 12/20 ó 18/30 kV |
| - relativo al conductor: | 1: unipolar sección en mm ² |
| | K. Forma circular compacta |
| | A1. Naturaleza del conductor |
| - relativo a la pantalla: | Sección de la pantalla metálica, precedida del signo + y la letra H |

Ejemplo de denominación:

Cable HEPRZ1 12/20 kV 1x150 K Al + H16 NI 56.43.01.

8 Suministro

Estos cables se suministrarán en bobinas de madera. El tipo de bobina y las longitudes de suministro serán las indicadas en la tabla 1.

El cierre de bobinas se realizará con duelas de madera. Previo acuerdo entre Iberdrola y el fabricante, podrán admitirse otros sistemas. (Véase Anexo A).

Los extremos de los cables irán protegidos contra la penetración de agua, mediante un capuchón retráctil, o por otro método aprobado por Iberdrola.

9 Calificación y recepción

9.1 Calificación

Con carácter general, la inclusión de suministradores y productos se realizará siempre de acuerdo con lo establecido en la NI 00.08.00: "Calificación de suministradores y productos tipificados".

Los ensayos de calificación eléctricos y no eléctricos, incluirán la realización de los ensayos indicados en las tablas 10 y 11, y se efectuarán sobre tres secciones elegidas al azar, una correspondiente a cada nivel de tensión.

Si uno cualquiera de los ensayos no es satisfactorio, se considerará que el tipo de cable no cumple las especificaciones técnicas exigidas.

Después del proceso de calificación, se elaborará para cada fabricante y modelo, un anexo de gestión de calidad a realizar por Iberdrola.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Tabla 10
Ensayos de Tipo (Eléctricos)

N°	Ensayos	Prescripciones*	Métodos de ensayo
1	Resistividad volumétrica del aislamiento y constante de aislamiento a la temperatura máxima admisible del conductor (resistencia de aislamiento)	Tabla 7	UNE HD 605, apartado 3.3.1
2	Secuencia de ensayos para los cables - Muestra: Cable acabado, de 10 a 15 m de longitud efectiva entre los accesorios de ensayo		
2.1	Ensayo de descargas parciales - Magnitud de las descargas: 5 pC - Tensión del ensayo: 2 U ₀		UNE 21 175-2
2.2	Prueba de doblado seguida de un ensayo de descargas parciales: a) Ensayo de doblado b) Ensayo de descargas parciales (Ver 2.1)		IEC 60 502-2, apartado 18.1.4
2.3	Medida de la tg δ en función de la temperatura**: - Se calienta la muestra de cable hasta que el conductor alcance una temperatura entre 5°C y 10°C por encima de su máxima temperatura de servicio normal. - Tensión de ensayo: 2 kV	Valor medido: $\leq 200 \times 10^{-4}$	IEC 60 502-2, apartado 18.1.5
2.4	Ensayo de ciclos de calentamiento seguido de un ensayo de descargas parciales a) Ensayo de ciclos de calentamiento. El ciclo de calentamiento dura como mínimo 8h - Se calienta el conductor haciendo pasar a través de él una corriente hasta que alcanza una temperatura entre 5°C y 10°C, por encima de su valor máximo de servicio normal - Se mantiene un mínimo de 2 h entre los límites de temperatura indicados. - Se enfría al aire ambiente durante 3 h, como mínimo - Número de ciclos: 20 b) Ensayo de descargas parciales (ver 2.1)	Tabla 7	IEC 60 502-2, apartado 18.1.6
2.5	Ensayo de tensión soportada a los impulsos, seguido de un ensayo de tensión alterna. a) Ensayo de impulsos. - Condiciones: calentar la muestra hasta que el conductor alcance una temperatura entre 5°C y 10°C, por encima de la temperatura máxima de servicio normal.		IEC 60 502-2, apartado 18.1.7

(Continúa)

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Tabla 10 (fin)
 Ensayos de Tipo (Eléctricos)

Nº	Ensayos	Prescripciones*	Métodos de ensayo
2.5	- Valor de los impulsos - Número de impulsos: 10 de tensión positiva 10 de tensión negativa b) Ensayo de tensión alterna - Condiciones: a temperatura ambiente - Tensión en ensayo: 3,5 U ₀ - Duración: 15 min	Tensión asignada kV: 12/20 y 18/30 Tensión ensayo kV: 125 y 170 No debe producirse perforación. Tensión asignada kV: 12/20 y 18/30 Tensión ensayo kV: 42 y 63 No debe producirse perforación.	UNE HD 605 apartado 3.2.1.1
2.6	Ensayo de alta tensión en c.a. - Valor de la tensión: 4 U ₀ - Duración del ensayo: 4 h	No debe producirse perforación.	UNE HD 605, apartado 3.2.1.1
3	Ensayo de larga duración - Duración: no debe ser menor de 17.500 h - Tensión 2,5 U ₀ - Temperatura (30±5)°C - Aplicación de agua en el conductor y pantalla	UNE HD 605, apartado 5.4.11	
4	Resistividad de las pantallas semiconductoras	Inferior a: 5000 Ω.cm a 20°C 25000 Ω.cm a 105°C	UNE HD 605, apartado 3.9.1
5	Ensayo dieléctrico de la cubierta exterior	No debe producirse perforación	UNE 21 143 apartado 3.1 (Inmersión en agua)
6	Resistencia del conductor	UNE 21 022	UNE HD 605, apartado 3.1.1
7	Resistencia eléctrica de la pantalla metálica	No mayor a 1,24 Ω/km a 20°C	UNE HD 605, apartado 3.1.1

* Según apartado 4.2 de esta norma, salvo especificación en contra.

** La medida de la tg δ puede efectuarse sobre una muestra diferente de la utilizada en la secuencia normal de los ensayos relacionados en el punto 2 de esta tabla.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Tabla 11

Ensayos de Tipo (No Eléctricos)

Nº	Ensayos	Prescripciones*	Métodos de ensayo
1	Marcado	Apartado 11	UNE HD 605 apartado 2.5.4
2	Construcción del conductor	UNE 21 022	UNE 21 022
3	Ensayo sobre el aislamiento		
3.1	Espesor	El valor nominal debe ser superior o igual al valor declarado por el fabricante	UNE EN 60 811-1/1 apartado 8.1
3.2	Características mecánicas: a) Sin envejecimiento b) Después de envejecimiento en estufa de aire c) Después de envejecimiento en bomba de aire	Tabla 7	UNE EN 60 811-1/1 apartado 9.1 UNE EN 60 811-1/2 apartado 8.1.3 UNE EN 60 811-1/2 apartado 8.2
3.3	Ensayo de alargamiento caliente	Tabla 7	UNE EN 60 811-2/1 apartado 9
3.4	Absorción de agua	Tabla 7	UNE EN 60 811-1/3 apartado 9.2
3.5	Ensayo de resistencia al ozono	Tabla 7	UNE EN 60 811-2/1 apartado A
4	Ensayo sobre las pantallas semiconductoras		
4.1	Espesor a) Pantalla sobre el conductor b) Pantalla sobre el aislamiento	Apartado 4.2.3 Apartado 4.2.4	UNE EN 60 811-1/1 apartado 8.1 UNE EN 60 811-1/1 apartado 8.2
4.2	Características mecánicas de las pantallas semiconductoras	Resistencia de tracción mínima = 7 Mpa Alargamiento a la rotura mínima = 150%	UNE EN 60 811-1/1 apartado 9.2
4.3	Ensayo de separación	Fuerza de separación entre 0,5 daN y 2,5 daN	UNE HD 605, apartado 2.2.8.2
5	Ensayo sobre la pantalla metálica		
5.1	- Dimensiones - Área de la sección nominal (geométrica) - Espacio entre alambres - Paso de los alambres y de la cinta	Apartado 4.2.4	

(Continúa)

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Tabla 11 (Continuación)

Ensayos de Tipo (No Eléctricos)

Nº	Ensayos	Prescripciones*	Métodos de ensayo
6	Ensayo sobre la cubierta exterior		
6.1	Espesor	Apartado 4.2.5	UNE EN 60 811-1/1, apartado 8.2
6.2	Características mecánicas a) Sin envejecimiento b) Después del envejecimiento en estufa de aire	Tabla 9	UNE EN 60 811-1/1, apartado 9.2 UNE EN 60 811-1/1, apartado 8.1.3
6.3	Pérdida de masa en estufa de aire	Tabla 9	UNE EN 60 811-3/2, apartado 8.2
6.4	Ensayo de presión a temperatura elevada	Tabla 9	UNE EN 60 811-3/1, apartado 8.2 (coeficiente K=0,7)
6.5	Ensayo de alargamiento a baja temperatura	Tabla 9	UNE EN 60 811-1/4, apartado 8.4
6.6	Ensayo de contracción	Tabla 9	UNE EN 60 811-1/3, apartado 11
6.7	Ensayo de resistencia al desgarro	Tabla 9	UNE HD 605, apartado 2.2.2.3
6.8	Ensayo de resistencia a la abrasión	Tabla 9	UNE HD 605, apartado 2.4.22
6.9	Absorción de agua (Ensayo gravimétrico)	Tabla 9	UNE EN 60 811-1/3, apartado 9.2
6.10	Contenido de metales pesados, plomo	Tabla 9	Espectrofotómetro
6.11	Bajo grado de acidez de los gases de combustión	Tabla 9	UNE EN 50 267-2/3
6.12	Pérdidas de las características mecánicas	Tabla 9	UNE HD 605, apartado 2.4.23
7	Ensayo sobre el cable completo		
7.1	Compatibilidad de los componentes del ensayo - Fuerza de separación - Resistividad de las pantallas semiconductoras	Entre 0,5 daN y 2,5 daN Menor de: 5000 Ω .cm a 20°C 25000 Ω .cm a 105°C	UNE HD 605, apartado 2.4.12.4 UNE HD 605, apartado 2.2.8.2 UNE HD 605, apartado 3.9.1
7.2	Envejecimiento sobre el cable completo	Tabla 9	UNE EN 60 811/1-1, apartados 9.1 y 9.2 UNE EN 60 811/1-2, apartado 8.1.4

* Según apartado 4.2 de esta norma, salvo especificación en contra.

9.2 Recepción

Los criterios de recepción podrán variar a juicio de Iberdrola, en función del Sistema de Calidad implantado en fábrica y de la relación Iberdrola-Suministrador en lo que respecta a este producto (experiencia acumulada, calidad concertada, etc.).

En principio se realizarán los ensayos indicados a continuación.

9.2.1 Ensayos individuales

Se realizarán sobre todas las piezas de cables y serán los indicados en la tabla 12.

Tabla 12
Ensayos individuales

N°	Ensayos	Prescripciones*	Métodos de ensayo
1	Resistencia del conductor Muestra - Pieza a expedir	UNE 21 022	UNE HD 605, apartado 3.1.1
2	Ensayo de tensión sobre el cable completo: - Muestra: Pieza a expedir - Tensión de ensayo: 3,5 U ₀ - Duración del ensayo: 5 min cada cable	UNE HD 620-9E, tabla 3 del Anexo. No debe producirse perforación	UNE HD 605, apartado 3.2.1.1
3	Ensayo de descargas parciales - Muestra: Pieza a expedir - Magnitud de las descargas - Tensión del ensayo: 1,73 U ₀	Valor medido: ≤ 10 pC	UNE 21 175-3
4	Resistencia eléctrica de la pantalla metálica - Muestra: Pieza a expedir	No mayor a 1,24 Ω /km a 20°C	UNE HD 605, apartado 3.1.1
5	Ensayo dieléctrico de la cubierta exterior - Muestra: Pieza a expedir	No debe producirse perforación	UNE 21 143, apartado 3.2 La tensión del ensayo será de 15 kV a.c. o 25 kV d.c. Tiempo mínimo de permanencia del cable los electrodos de ensayo: 0,1 s

* Según apartado 4.2 de esta norma, salvo especificación en contra.

9.2.2 Ensayos especiales

Se realizarán sobre una muestra de cable y serán los indicados en la tabla 13.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Tabla 13
 Ensayos sobre muestra

N*	Ensayos	Prescripciones*	Métodos de ensayo
1	Ensayo sobre aislamiento		
1.1	Espesor de aislamiento	El valor nominal debe ser superior o igual al valor declarado por el fabricante	UNE EN 60 811-1/1, apartado 8.1
1.2	Características mecánicas sin envejecimiento	Tabla 7	UNE EN 60 811-1/1, apartado 9.1
1.3	Ensayo de alargamiento en caliente	Tabla 7	UNE EN 60 811-2/1, apartado 9
1.4	Ensayo de tensión de larga duración: Longitud muestra > 5m - Duración del ensayo: 4 h - Tensión del ensayo: 4U ₀	No debe producirse perforación	UNE HD 605, apartado 3.2.1.1
2	Ensayo sobre la pantalla semi-conductora		
2.1	Ensayo de separación	Fuerza de separación entre 0,5 daN y 2,5 daN	UNE HD 605, apartado. 2.2.8.2
3	Ensayo sobre la pantalla metálica		
3.1	- Dimensiones - Área nominal de la sección (geométrica) - Espacio entre alambres - Paso de los alambres y la cinta	Apartado 4.2.4	
4	Ensayo sobre la cubierta exterior		
4.1	Espesor	Apartado 4.2.5	UNE EN 60 811-1/1, apartado 8.2
4.2	Características mecánicas sin envejecimiento	Tabla 9	UNE EN 60 811-1/1, apartado 9.2
4.3	Ensayo de presión a temperatura elevada	Tabla 9	UNE EN 60 811-3/1, apartado 8.2
4.4	Ensayo de resistencia al desgarrro	Tabla 9	UNE HD 605, apartado 2.2.2.3

* Según apartado 4.2 de esta norma, salvo especificación en contra.

Si el comprador lo solicita, se efectuarán los ensayos 1.1, 1.3, 3.1 y 4.1, limitándose el número de piezas a ensayar al 10% del número total de piezas del pedido.

Previo acuerdo entre el fabricante y el comprador se realizarán todos los ensayos sobre una muestra, siempre que el pedido supere los 15 Km.

Anexo A (Normativo)

Suministro: cierre de las bobinas

A.1 Generalidades

Aún cuando en la norma se establece que el cierre de las bobinas se realice mediante duelas de madera, Iberdrola podrá admitir otros sistemas.

Para la aprobación de un determinado sistema, el fabricante del cable o, en su caso, el fabricante del sistema de cierre, presentará su o sus alternativas a Iberdrola quien, en caso de

que a su juicio sea satisfactorio, lo autorizará y lo incluirá expresamente en la norma NI del cable correspondiente, tal y como a continuación se indica.

A.1.1 Sistemas alternativos aprobados

A.1.1.1 Sistemas de láminas de fibras de madera (Nolco Flex).- Constituido por láminas de fibras de madera protegidas con plástico exteriormente, este embalaje resulta hidrófugo y cumple las siguientes características:

- resistencia a la penetración ≥ 350 daN/cm².
- resistencia a la flexión ≥ 14 N/mm².
- resistencia a la compresión: reducción máxima del espesor de la lámina en un 50% cuando se aplican 15 daN/cm².



CABLES DE ALTA, MEDIA Y BAJA TENSIÓN.
CABLES NORMALIZADOS POR LAS COMPAÑIAS ELÉCTRICAS.



CABOS DE ALTA, MEDIA E BAIXA TENSÃO.
CABOS NORMALIZADOS PELAS COMPANHIAS ELÉCTRICAS.

SÍMBOLOS SÍMBOLOS



- NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA - UNE-EN 50265-2-1 IEC-60332.1
- NÃO PROPAGAÇÃO DA CHAMA - UNE-EN 50265-2-1 IEC-60332.1



- NO PROPAGACIÓN DEL INCENDIO - UNE-EN 50266-2-4 IEC-60332.3-24
- NÃO PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO - UNE-EN 50266-2-4 IEC-60332.3-24



- RESISTENTE AL FUEGO - UNE 20431 IEC-60331
- RESISTENTE AO FOGO - UNE 20431 IEC-60331



- BAJA EMISIÓN DE HUMOS - UNE-EN 50268-1-2 IEC-61034-1-2
- BAIXA EMISSÃO DE FUMOS - UNE-EN 50268-1-2 IEC-61034-1-2



- BAJA EMISIÓN DE HUMOS TÓXICOS - RATP K20
- BAIXA EMISSÃO DE FUMOS TÓXICOS - RATP K20



- BAJA EMISIÓN DE GASES CORROSIVOS - UNE-EN 50267-2-1 IEC-60754.1
- BAIXA EMISSÃO DE GASES CORROSIVOS - UNE-EN 50267-2-1 IEC-60754.1



- PROTECCIÓN MECÁNICA CONTRA ROEDORES
- PROTECÇÃO MECÂNICA CONTRA ROEDORES



- ALTA FLEXIBILIDAD
- ALTA FLEXIBILIDADE



- RESISTENCIA MECÁNICA
- RESISTÊNCIA MECÂNICA



- SERVICIOS DUROS
- SERVIÇOS PESADOS



- RESISTENCIA A LA INTEMPERIE
- RESISTÊNCIA ÀS INTEMPÉRIES



- RESISTENCIA A LOS ACEITES MINERALES
- *RESISTÊNCIA AOS ÓLEOS MINERAIS*



- RESISTENCIA A LOS HIDROCARBUROS
- *RESISTÊNCIA AOS HIDROCARBONETOS*



- REDUCIDO RADIO DE CURVATURA
- *RAIO MÍNIMO DE CURVATURA*



- PROTECCIÓN FRENTE A LAS INTERFERENCIAS ELECTROMAGNÉTICAS
- *PROTECÇÃO CONTRA AS INTERFERÊNCIAS ELECTROMAGNÉTICAS*



- ESTANCO
- *ESTANQUE*

**VULPREN (IBERDROLA E
HIDROCANTÁBRICO)
HEPRZ1 AI H-16**

TENSIÓN: 12/20 kV



NORMAS

IBERDROLA NI 56.43.01- Norma constructiva
UNE-EN 50267 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases
IEC 60754 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR:

Aluminio, semirrígido clase 2

AISLAMIENTO:

Etileno-propileno de alto módulo 105°C (HEPR)

PANTALLA:

Corona de hilos de cobre

CUBIERTA EXTERIOR:

Polioléfina termoplástica libre de halógenos

APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Cables para distribución de energía para instalaciones de media tensión al aire, entubados, enterrados.

Cubierta resistente a la abrasión y al desgarro. Mayor facilidad de deslizamiento.

Proceso de reticulación: Las tres capas extruidas (semiconductores y aislamiento) se extruyen simultáneamente en cabezal triple. El tubo se mantiene bajo presión controlada de gas inerte (N₂), para prevenir la formación de vacuolas. El perfil de temperaturas del tubo se controla cuidadosamente para asegurar el correcto grado de reticulación en el núcleo del cable.

Cable cero halógenos.



Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

**VULPREN (IBERDROLA E
HIDROCANTÁBRICO)
HEPRZ1 AI H-16**

TENSIÓN: 12/20 kV

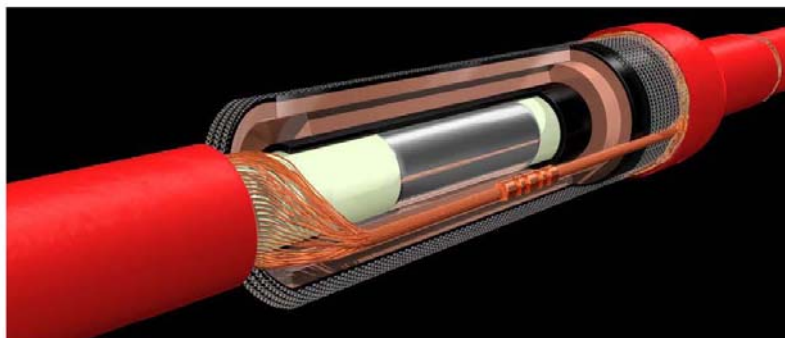


							
	mm ²	mm	mm	kg/km	mm	A	A
1310114	50	25,0	17,4	715	380	145	180
1310115	70	27,7	19,2	855	420	180	225
1310116	95	29,8	20,8	975	450	215	275
1310117	120	31,1	22,5	1085	470	245	320
1310118	150	32,7	23,7	1190	490	275	360
1310119	185	33,8	25,2	1335	510	315	415
1310120	240	36,8	27,8	1570	555	365	495
1310121	300	38,4	29,8	1815	580	410	560
1310122	400	41,8	33,8	2130	630	470	660
1310123	500	44,6	36,0	2520	670	540	780
1310124	630	49,0	40,4	3065	735	620	920

EMPALMES JUNÇÕES



ENERGÍA A PARTIR DE 30 kV
ENERGIA ACIMA DE 30 kV



CONSTRUCCIÓN:

Se dispone de empalmes de resina para cables de baja tensión.

Para cables de media tensión 12/20 kV (máx. 24 kV) unipolares de aislamiento seco se dispone de un empalme premoldeado retráctil en frío. Las partes fundamentales de este tipo de empalme son:

- Funda de protección exterior: funda retráctil sobre el empalme formando una capa externa de protección.
- Masilla aislante: sellado de masilla aplicado sobre la cubierta exterior del cable como protección contra la humedad.
- Cinta de trenza de cobre: aplicada con un 50% de solape sobre el aislamiento moldeado para restablecer la pantalla.
- Conector: conector de compresión (para conductores de cobre o de aluminio).
- Aislamiento premoldeado: usado para el control del campo eléctrico, aísla y protege los conductores unidos.

CONSTITUIÇÃO:

Estão disponíveis caixas de junção com enchimento por resina para cabos de baixa tensão.

Para cabos de média tensão de 12/20 (24) kV monopolares de isolamento seco está disponível uma junção pré-moldada retráctil a frio. Os componentes fundamentais deste tipo de união são:

- Invólucro de protecção exterior: tubo retráctil sobre a ligação formando uma cobertura exterior de protecção.
- "Mastique" vedante: aplicado sobre a bainha exterior do cabo como protecção contra a penetração da humidade.
- Malha de fio de Cobre: aplicada com 50% de sobreposição sobre o isolamento moldado para restabelecer a continuidade da blindagem.
- Ligadores metálicos: uniões de cravação por compressão (para emenda de condutores de Cobre ou de Alumínio).
- Elemento pré-moldado: repartidor linear de tensão para isolamento da junção e controle do campo eléctrico.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial

Autor: Antonio Rubio Robles



CENTRAL

Casanova, 150 - 08036 BARCELONA
Tel.: 93 227 97 00 - Fax: 93 227 97 22
info@generalcable.es

PORTUGAL

Av. Marquês de Pombal, 36-38 Morelana
2715-055 PÊRO PINHEIRO
Tel.: +351 219 678 500 - Fax: +351 219 271 942
info@generalcable-pt.com

ZONAS IBERIA

ANDALUCÍA

Averroes, 6, Edificio Eurosevilla, planta 3ª, Mod. 8 y 9
41020 SEVILLA
Tels.: 95 499 95 18 - 902 23 91 80 - Fax: 95 451 10 13
alaguna@generalcable.es

CENTRO

Ávila, Badajoz, Cáceres, Ciudad Real,
Guadalajara, Madrid, Segovia y Toledo
Juan Bravo, 49 bis, 8º D - 28006 MADRID
Tels.: 91 309 66 20 - 902 23 91 82 - Fax: 91 309 66 30
rvalencia@generalcable.es

Burgos, León, Palencia, Salamanca, Valladolid y Zamora
Tel. Móvil: 609 15 45 94 - Fax: 983 24 96 32
aastorgano@generalcable.es

LEVANTE

Albacete, Comunidad Valenciana, Cuenca y Murcia
Cirilo Amorós, 27 - 6º C - 46004 VALENCIA
Tels.: 96 350 92 58 - 902 23 91 81 - Fax: 96 352 95 53
gcallau@generalcable.es

NORDESTE

Andorra, Aragón, Baleares y Cataluña
Casanova, 150 - 08036 BARCELONA
Tels.: 93 227 97 00 - 902 23 91 60 - Fax: 93 227 97 27
imsantia@generalcable.es

NORTE

Álava, Asturias, Cantabria y Vizcaya
Juan de Ajunaguerra, 26 - 48009 BILBAO
Tels.: 94 424 51 76 - 902 23 91 58 - Fax: 94 423 06 67
thortigueta@generalcable.es

Guipúzcoa, La Rioja, Navarra, Soria
Tel.: 629 34 85 22 - Fax: 948 23 46 05
plopez@generalcable.es

Representación GALICIA
BESIGA COMERCIAL, S.L.
Av. Tierno Galván, 112
15178 MAIANCA - OLEIROS (La Coruña)
Tel.: 981 61 71 94 - Fax: 981 61 74 78
besiga@teleline.es

PORTO

R. Gonçalo Cristovão, 312 - 4º B e C
4000-266 PORTO
Tel.: +351 223 392 350 - Fax: +351 223 323 878

Representación CANARIAS

Ángel Guerra, 23 - 1º
35003 LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
Tel.: 928 36 11 57 - Fax: 928 36 44 73

EXPORT DEPARTMENTS

Casanova, 150 - 08036 Barcelona (SPAIN)
Tel.: +34 - 93 227 97 24 - Fax: +34 - 93 227 97 19
export@generalcable.es

Av. Marquês de Pombal, 36-38 Morelana
2715-055 PÊRO PINHEIRO (PORTUGAL)
Tel.: +351 219 678 500 - Fax: +351 219 271 942

FACTORÍAS

ABRERA

Carrer del Metall, 4 (Polígon Can Sucarrats)
08630 ABRERA (Barcelona)
Tel.: 93 773 48 00 - Fax: 93 773 48 48

MANLLEU

Ctra. Rusñiol, 63
08560 MANLLEU (Barcelona)
Tel.: 93 852 02 00 - Fax: 93 852 02 22

MONTCADA I REIXAC

Ctra. de Ribas, Km. 13,250
08110 MONTCADA I REIXAC (Barcelona)
Tel.: 93 227 95 00 - Fax: 93 227 95 22

MORELENA

Av. Marquês de Pombal, 36-38 Morelana
2715-055 PÊRO PINHEIRO (PORTUGAL)
Tel.: +351 219 678 500 - Fax: +351 219 271 942

ATENCIÓN AL CLIENTE
TEL: 93 227 97 00
FAX: 900 21 04 88
ATENDIMENTO A CLIENTES
TEL: +351 219 678 500
FAX: +351 219 271 942
www.generalcable.es



España: Casanova, 150 - 08036 Barcelona Portugal: Av. Marquês de Pombal, 36-38 Morelana, 2715-055 Pêro Pinheiro

ANEXO 5

CENTROS DE TRANSFORMACION TIPO PFU Y MINIBLOK



PFU EDIFICIO MONOBLOQUE TIPO CASETA PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

PRESENTACIÓN

El edificio PFU es una envolvente industrializada monobloque de hormigón tipo caseta para Centros de Transformación de Ormazabal de instalación en superficie y manobra interior de hasta 36 kV.



COMPOSICIÓN

Los Centros de Transformación de Ormazabal en edificio PFU se componen de:

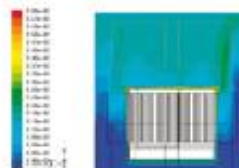
- Aparamento de MT con aislamiento integral en gas: Sistema CGMCOSMOS (hasta 24 kV) y sistema CGM.3 (36 kV).
- Unidades de protección, control y medida (telemando, telemedida, control integrado, telegestión, etc.) de Ormazabal.
- Hasta 2 Transformadores de distribución de MT/BT de llenado integral en dieléctrico líquido de hasta 36 kV y 1000 kVA⁽¹⁾ de potencia unitaria.
- Aparamento de BT: Cuadro/s de Baja Tensión de hasta 8 salidas por cuadro.
- Interconexiones directas por cable MT y BT.
- Circuito de puesta a tierra.
- Circuito de alumbrado y servicios auxiliares.
- Edificio monobloque de hormigón PFU.

(1) Para otros valores consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial.



CARACTERÍSTICAS

- Edificio industrializado para Centro de Transformación:
 - Capacidad para incorporar diferentes esquemas de distribución de MT.
 - Compuesto de envolvente monobloque (base y paredes) más cubierta amovible.
 - Variedad de acabados superficiales externos.
- Hasta 2 Transformadores:
 - Edificio ensayado para transformadores de hasta 36 kV y 1000 kVA.
 - Puerta frontal individual para cada transformador.
 - Delimitación del transformador mediante defensa de seguridad.
 - Fases de recogida de dieléctrico líquido, con revestimiento resistente y estanco, diseñados y dimensionados teniendo en cuenta el volumen de dieléctrico líquido que puedan recibir.
 - Elementos de protección contra incendios adicionales: lecho de guijarros sobre el foso de recogida de dieléctrico.
- Ventilación:
 - Por circulación natural de aire, clase 10, conseguida mediante rejillas instaladas en las paredes de la envolvente y en la puerta del transformador.
 - Ensayos y modelización de ventilación natural con transformadores Ormazabal, para la optimización de la vida útil de los mismos.
 - Estudios personalizados en función de los datos aportados por el cliente.
- Accesos de peatón:
 - Puerta/s frontal/es para la realización de maniobras y operaciones de mantenimiento.
 - Posibilidad de añadir una separación física entre las celdas de la Compañía Eléctrica y las del Cliente.
- Entrada/salida de cables de MT y BT
 - A través de orificios semiperforados en la base del edificio (frontal / lateral).
 - Entrada Auxiliar de acometida de Baja Tensión, situada en la pared frontal del edificio.



Simulación y modelización de ventilaciones

MODELOS PFU



PFU-3



PFU-4



PFU-5

DIMENSIONES EXTERIORES Y PESOS

PFU Hasta 24/36 kV

	PFU-3	PFU-4	PFU-5
Longitud [mm]	3280	4460	6080
Fondo [mm]	2380	2380	2380
Altura [mm]	3045	3045	3045
Altura vista [mm]	2555	2555	2555
Peso* [kg]	10545	13455	17450

Notas:

Opcional: Cubierta ventilada para 36 kV (Altura estándar +195 mm)
Dimensione puerta de acceso posterior: 900 (34 kV)/1100 (36 kV) x 2100 mm.
Dimensione puerta de transformadores: 1260 x 2100 mm.

(*) Peso del edificio vacío con cubierta estándar y ventilación para 1000 kVA.



CONFIGURACIONES ELÉCTRICAS

CONFIGURACIONES ELÉCTRICAS TIPO

PFU-3	2L + 1P + 1 Transformador + 1 CBT
PFU-4	3L + 1V + 1 Transformador + 1 CBT
PFU-5	2L + 1S + 1P + 1M + 1 Transf. + 1 CBT
	2L + 2P + 2 Transformadores + 2 CBT
	3L + 2P + 2 Transformadores + 2 CBT
	3L + 1R + 1P + 1M + 1 Transformador + 1 CBT
	1L + 1V + 1M + 2P + 2 Transf. + 2 CBT

Notas: Para otras configuraciones consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial.

Donde: L = Cables / Función de Línea

P = Cables / Función de Protección con Paralelos

V = Cables / Función de Protección con Int. Autom. de Vacío

S = Cables / Función de Interruptor Pasante

M = Cables / Función de Medida

CBT = Cuadro de Baja Tensión

NORMAS APLICADAS

- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (RCE, Ministerio de Industria y Energía, Real Decreto 3275/1982)
- Normas particulares de Compañía Eléctrica



APLICACIONES



INSTALACIÓN

Centros de Transformación Ormazabal

- Seguros
- Respetuosos con el Medio Ambiente
- Sostenibles
- Ergonómicas

en Generación:

- Parques eólicos
- Instalaciones fotovoltaicas
- Cogeneraciones
- etc.

en Distribución:

- Distribución pública y privada.
- Entornos industriales.
- Grandes infraestructuras: aeropuertos, ferrocarriles, autopistas, puentes, túneles, etc.
- Estaciones Depuradoras de Aguas
- Instalaciones con telemando incorporado.
- Instalaciones con telemedida.
- Posibilidad de Centros de Transformación a prueba de arco interno, clase IAC, mediante acuerdo fabricante-cliente.
- Soluciones prefabricadas según norma UNE-EN 62271-202, montadas de acuerdo a procedimientos controlados y ensayados en fábrica.
- Asociación con una amplia gama de centros Ormazabal para los proyectos urbanísticos y soluciones técnicas: C.T. Prefabricadas, Centros de Maniobra y Seccionamiento, etc.

El edificio PFU se suministra totalmente montado de fábrica, lo que conlleva un proceso de instalación simple.

La facilidad de realizar en fábrica íntegramente la instalación de la aparataje eléctrica disminuye tiempos y ofrece una calidad uniforme.

Nota: Para la realización de la operación y la instalación saliente la abstracción técnica relativa a nuestro Departamento Técnico-Comercial. Es responsabilidad del instalador el cálculo y la realización de la red de líneas externas.





ADAPTACIÓN AL ENTORNO

Ormazabal dispone de diferentes tipos de acabados superficiales exteriores (colores, texturas y relieves) para los PFU, que les confiere una gran capacidad de armonización estética al entorno, integración y mimetización.

Con esto se consigue una mayor adaptación al conjunto de necesidades de la instalación, a la vez que se minimiza el impacto visual.
















ORMAZABAL
Especialistas en Medio Tensión

Centro Compacto de Exterior MINIBLOK

Centros de Transformación



PRESENTACIÓN

El MINIBLOK es un Centro de Transformación compacto, compartimentado, de maniobra exterior, diseñado por Omsazabal para su utilización en redes públicas de distribución eléctrica en Media Tensión.

Consiste básicamente en una envolvente prefabricada de hormigón de reducidas dimensiones, que incluye en su interior un equipo compacto de Media Tensión del sistema CGC, un Transformador, un Cuadro de Baja Tensión y las correspondientes interconexiones y elementos auxiliares. Todo ello se suministra ya montado en fábrica, con lo que se asegura un acabado uniforme y de calidad.

La concepción de estos Centros, que mantiene independientes todas sus componentes, limita la utilización de líquidos aislantes combustibles, a la vez que facilita la eventual sustitución de cualquiera de sus componentes.

Asimismo, la utilización de aparataje de Media Tensión con aislamiento integral en SF₆ reduce la necesidad de mantenimiento y le confiere unas excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales, e incluso a la eventual inundación del Centro de Transformación.

Finalmente, la ventilación optimizada dispuesta en este edificio reduce el calentamiento del Transformador, permitiendo obtener del mismo el máximo aprovechamiento y unas condiciones de operación óptimas.



Vista exterior de un MINIBLOK

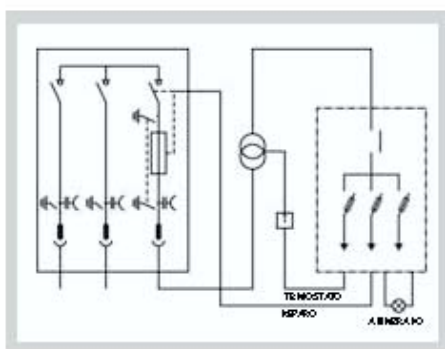


ÁMBITO DE APLICACIÓN

El MINIBLOK es aplicable a redes de distribución de hasta 24 kV, donde se precisa un transformador de 250, 400 ó 630 kVA⁽¹⁾.

El esquema eléctrico disponible en Media Tensión cuenta con 2 posiciones de línea (entrada y salida) y una posición de interruptor combinado con fusibles para la maniobra y protección del Transformador, así como un Cuadro de Baja Tensión con salidas protegidas con fusibles.

Por sus reducidas dimensiones, es una solución adecuada cuando el espacio disponible es limitado. Además, su escasa altura vista permite reducir el impacto visual.



(1) Para potencias superiores, consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.

Centro Compacto de Exterior MINIBLOK



Aparato de MT y BT de un MINIBLOK



INSTALACIÓN

La instalación de un MINIBLOK precisa de la previa realización de una excavación, con las dimensiones indicadas en la figura. El fondo de la misma debe ser nivelado mediante una capa de arena compactada, sobre la cual se asentará el edificio.

La operación de instalación se reduce al posicionamiento de este edificio en la excavación practicada al efecto, y al conexionado de los cables de Media y Baja Tensión, así como de la red de tierras exteriores. Para ello, es necesario perforar los agujeros previstos en la envolvente de hormigón.

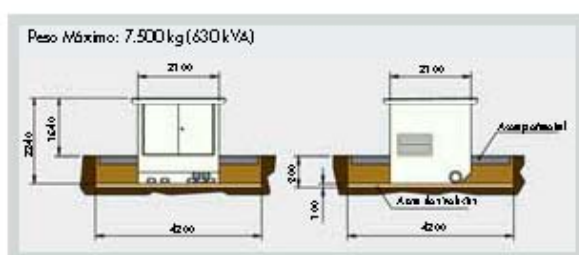
Después de introducidos estos cables, y antes de cubrir la excavación, es preciso sellar las acometidas de los cables para evitar la entrada de agua al Centro.



EXPLOTACIÓN

Las maniobras en Media o Baja Tensión, así como el cambio de fusibles de MT a BT se realizan abriendo las puertas del edificio, sin necesidad de acceder al interior del mismo.

Estas puertas disponen de dos posiciones seguras de apertura: a 90° y 180°.



Centros de Transformación

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Generales		MIE-RAT
Tensión asignada	24kV	
Nivel de aislamiento		
A frecuencia industrial	50kV	
A impulsos tipo rayo	125 [kV] _{medio}	
Edificio prefabricado		UNE-EN 61330, CEI 61330, RU 1303A
Grado de protección	IP 23D	
Resistencia al impacto	IK 10	
Clase	10K	
Celdas de Media Tensión		UNE-EN 60298, CEI 60298, RU 6407B
Intensidad asignada en el embarrado	400 A	
Intensidad asignada en la derivación	200 A	
Intensidad de corta duración embarrado (3 s)	16/20 kA	
Capacidad de ruptura combinación int.-fus.	20 kA	
Transformador		UNE 21428-1, CEI 60076, HD 428, RU 5201 D
Potencia	250, 400 ó 630 kVA	
Tensión secundaria en vacío	420 V	
Grupo de conexión	Dyn11	
Tensión de cortocircuito	4%	
Cuadro de Baja Tensión		UNE-EN 60439-1, CEI 60439
Tensión asignada	440 V	
Intensidad asignada	630 ó 1000 A	
Intensidad asignada en las salidas	160, 400 ó 630 A	



Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Firmado:

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad
Antonio Rubio Robles
D.N.I.: 48509280-A

Cartagena, 14 de Septiembre de 2009

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD



Proyecto Fin de Carrera realizado por:

Antonio Rubio Robles

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad

Tutores de Proyecto: Juan José Portero Rodríguez, Alfredo Conesa Tejerina

Curso 2008/2009

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Indice

Estudio Básico de Seguridad y Salud para obras de Líneas Subterráneas de Media y Baja Tensión.

1.- Tipo de instalación.....	3
2.- Identificación de riesgos.....	3
3.- Medidas de prevención para evitar riesgos.....	5
4.- Protecciones.....	6
5.- Descripción general de la obra a ejecutar.....	7
5.1.- Descripción de la obra y situación.....	7
5.2.- Suministro de energía eléctrica.....	7
5.3.- Suministro de agua potable.....	7
5.4.- Servicios higiénicos.....	7
6.- Pliego de Condiciones particulares.....	8
6.1.- Normativa oficial.....	8
6.2.- Normas Iberdrola.....	8
7.- Previsiones e informaciones útiles para los trabajos.....	9
8.- Medidas de seguridad específicas para cada una de las fases en los trabajos a desarrollar.....	9
9.- Coordinador en materia de seguridad y salud.....	9

Anexos:

Anexo 1: Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones.....	11
Anexo 2: Líneas aéreas.....	11
Anexo 3: Líneas subterráneas.....	12
Anexo 4: Instalación/Retirada de equipos de medida en BT sin tensión.....	14

Estudio Básico de Seguridad y Salud para Centros de Transformación.

1.- Objeto.....	15
2.- Características de la obra.....	15
2.1.- Descripción de la obra y situación.....	15
2.2.- Suministro de energía eléctrica.....	15
2.3.- Suministro de agua potable.....	15
2.4.- Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos.....	15
2.5.- Interferencias y servicios afectados.....	15
3.- Memoria.....	16
3.1.- Obra civil.....	16
3.2.- Montaje.....	18
4.- Aspectos generales.....	20
4.1.- Botiquín de obra.....	20
5.- Normativa aplicable.....	20

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA OBRAS DE LINEAS SUBTERRANEAS DE MEDIA Y BAJA TENSION.

MEDIDAS DE SEGURIDAD A UTILIZAR EN EL TRABAJO, DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA A EMPLEAR.

1.- Tipo de instalación.

El estudio tiene como objeto recoger aquellas medidas preventivas que deberán ser aplicadas en el momento y lugar oportunas, en relación con los riesgos observados en cada uno de los puestos de trabajo incluidos en este estudio, para el tipo de instalación de **LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA Y BAJA TENSION.**

2.- Identificación de riesgos.

En función de las obras a realizar y de las fases de trabajo de cada una de ellas, se indican en los anexos los riesgos más comunes, sin que su relación sea exhaustiva.

La descripción e identificación general de los riesgos indicados, amplía los contemplados en la guía de referencia para la identificación y evaluación de los riesgos en la Industria Eléctrica, y es la siguiente:

I. Caídas de personas al mismo nivel: Este riesgo puede identificarse cuando existan en el suelo obstáculos o sustancias que puedan provocar una caída por tropiezo o resbalón.

Puede darse también por desniveles del terreno, conducciones o cables, bancadas o tapas sobresalientes del terreno, por restos de materiales varios, barro, tapas y losetas sin buen asentamiento, pequeñas zanjas y hoyos, etc.

II. Caídas de personas a distinto nivel: Existe este riesgo cuando se realizan trabajos en zonas elevadas en instalaciones, que en este caso por construcción, no cuenta con una protección adecuada como barandilla, murete, antepecho, barrera, etc., Esta situación de riesgo está presente en los accesos a estas zonas. Otra posibilidad de existencia lo constituyen los huecos sin protección ni señalización existente en pisos y zonas de trabajo.

III. Caída de objetos: Posibilidad de caída de objetos o materiales durante la ejecución de trabajo aun nivel superior a otra zona de trabajo o en operaciones de transporte y elevación por medios mecánicos o manuales. Además, existe la posibilidad de caída de objetos que no se están manipulando y se desprenden de su emplazamiento.

IV. Desprendimientos, desplomes y derrumbes: Posibilidad de desplome o derrumbamiento de estructuras fijas o temporales o de parte de ellas sobre la zona de trabajo. Con esta denominación deben contemplarse la caída de escaleras portátiles, cuando no se emplean en condiciones de seguridad, desplome de los apoyos, estructuras o andamios y el posible vuelco de cestas o grúas en la elevación del personal o traslado de cargas. También debe considerarse el desprendimiento o desplome de muros y el hundimiento de zanjas o galerías.

V. Choques y golpes: Posibilidad de que se provoquen lesiones derivadas de choques o golpes con elementos tales como partes salientes de máquinas, instalaciones o materiales, estrechamiento de zonas de paso, vigas o conducciones a baja altura, etc., y los derivados del manejo de herramientas y maquinaria con partes en movimiento.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

VI. Contactos eléctricos: Posibilidad de lesiones o daño producido por el paso de corriente por el cuerpo. En los trabajos sobre líneas de alta tensión y subestaciones es frecuente la proximidad, a la distancia de seguridad, de circuitos electrizados eléctricamente en alta tensión y debe tenerse en cuenta que puede originarse el paso de corriente al aproximarse, sin llegar a tocar directamente, a la parte de instalación energizada. En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar el agente de zona de trabajo, cuando sea requerido para que actúe el operador local, puede entrar en contacto eléctrico por un error en la maniobra o por fallo de los elementos con los que opere. Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente y elementos de iluminación portátil pueden producirse un contacto eléctrico en baja tensión.

VII. Arco eléctrico: Posibilidad de lesiones o daños producidos por quemaduras al cebarse un arco eléctrico. En *los* trabajos sobre líneas de alta tensión y subestaciones es frecuente la proximidad, a la distancia de seguridad, de circuitos electrizados eléctricamente en alta tensión y debe tenerse en cuenta que puede originarse un arco eléctrico al aproximarse, sin llegar a tocar directamente, a la parte de instalación energizada. En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar el agente de zona de trabajo, cuando sea requerido para que actúe el operador local, puede quedar expuesto al arco eléctrico producido por un error en la maniobra o por fallo de los elementos con los que opere. Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente puede producirse un arco eléctrico en baja tensión.

VIII. Sobreesfuerzos (carga física dinámica): Posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas al producirse un desequilibrio acusado entre las exigencias de la tarea y la capacidad física. En el trabajo sobre estructuras puede darse en situaciones de manejo de cargas o debido a la posición forzada en la que se debe realizar en algunos momentos del trabajo.

IX. Explosiones: Posibilidad de que se produzca una mezcla explosiva del aire con gases o sustancias combustibles o por sobrepresión de recipientes a presión.

X. Incendios: Posibilidad de que se produzca o se propague un incendio como consecuencia de la actividad laboral y las condiciones del lugar de trabajo.

XI. Confinamiento: Posibilidad de quedarse recluido o aislado en recintos cerrados o de sufrir algún accidente como consecuencia de la atmósfera del recinto. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de existencia de instalaciones de gas en las proximidades.

XII. Complicaciones debidas a mordeduras, picaduras, irritaciones, sofocos, alergias, etc, provocadas por vegetales o animales, colonias de los mismos o residuos debidos a ellos y originadas por su crecimiento, presencia, estancia o nidificación en la instalación. Igualmente los sustos o imprevistos por esta presencia, pueden provocar el inicio de otros riesgos.

NOTA: En el anexo 1 se contemplan los riesgos en la fase de pruebas y puesta en servicio de las nuevas instalaciones, como etapa en común para toda nueva obra o mantenimiento o similares a los riesgos de la desconexión de una instalación a desmontar o retirar. En los anexos 2, 3, y 4 se enumeran los riesgos específicos para las obras siguientes:

- Líneas Aéreas.
- Líneas Subterráneas.
- Instalación/Retirada de equipos de medida en BT, sin tensión.

3.- Medidas de prevención para evitar riesgos.

En los anexos se incluyen, junto con algunas medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación y en los documentos relacionados en el apartado "Pliego de condiciones".

Por ser la presencia eléctrica un factor muy importante en la ejecución de las obras, con carácter general, se incluyen las siguientes medidas de prevención/protección para: contacto eléctrico directo e indirecto en MT y BT. Arco eléctrico en MT y BT. Elementos candentes y quemaduras:

- Formación en tema eléctrico de acuerdo con lo requerido en el Real Decreto 614/2001, función del trabajo a realizar.
- Utilización de EPI's (Equipos de protección individual).
- Coordinar con la empresa suministradora definiendo las maniobras eléctricas a realizar, cuando sea preciso.
- Seguir los procedimientos de descargo de instalaciones eléctricas, cuando sea preciso. En el caso de instalaciones de Iberdrola, deben seguirse las MO correspondientes.
- Aplicar las 5 reglas de oro, siguiendo el permiso de trabajo del MO 12.05.03.
- Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión teniendo en cuenta las distancias del Real Decreto 614/2001.
- Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.

Para los trabajos que se realicen mediante métodos de trabajo en tensión, TET, el personal debe tener la formación exigida por el R.D. 614 y la empresa debe estar autorizada por el Comité Técnico de Trabajos en Tensión de Iberdrola.

Otro riesgo que merece especial consideración es el de caída en altura, por la duración de los trabajos con exposición al mismo y la gravedad de sus consecuencias, debiendo estar el personal formado en el empleo de los distintos dispositivos a utilizar.

Asimismo deben considerarse también las medidas de prevención, coordinación y protección frente a la posible existencia de atmósferas inflamables, asfixiantes o tóxicas consecuencia de la proximidad de las instalaciones de gas.

Con carácter general deben tenerse en cuenta las siguientes observaciones, disponiendo el personal de los medios y equipos necesarios para su cumplimiento:

- Protecciones y medidas colectivas, según la normativa vigente relativa a equipos y medios de seguridad colectivos.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Prohibir la entrada a la obra a todo personal ajeno. Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Balizar, señalizar, y vallar el perímetro de la obra, así mismo puntos singulares en el interior de la misma. Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.

- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios.
- Utilizar escaleras, andamios, plataformas de trabajo y equipos de trabajo para la realización de los trabajos en altura con riesgo mínimo.
- Acotar o proteger las zonas de paso y evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de otros trabajadores.
- Analizar previamente la resistencia y estabilidad de las superficies, estructuras y apoyos a los que haya que acceder y disponer las medidas o los medios de trabajo necesarios para asegurarlas.

En relación con los riesgos originados por los seres vivos, es conveniente, la concienciación de su posible presencia en base a las características biogeográficas del entorno, al periodo anual, a las condiciones meteorológicas y a las posibilidades que elementos de la instalación pueden brindar.

4.- Protecciones.

- Ropa de trabajo: adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista.
- Equipos de protección: se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva más frecuente en los trabajos que desarrollan para Iberdrola. El contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.
- Equipos de protección individual (EPI's), de acuerdo con las normas UNE.
 - Calzado de seguridad.
 - Casco de seguridad.
 - Guantes aislantes de la electricidad para MT y BT.
 - Guantes de protección mecánica.
 - Pantalla contra proyecciones.
 - Gafas de seguridad.
 - Cinturón de seguridad.
 - Discriminador de baja tensión.
 - Equipo contra caídas desde alturas (arnés anticaída, pértiga, cuerda, etc).
- Protecciones colectivas.
 - Señalización: cintas, banderolas, etc.
 - Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar, de forma especial, las necesarias para los trabajos en instalaciones eléctricas de MT y BT, adecuadas al método de trabajo y a los distintos tipos y características de las instalaciones.
 - Dispositivos y protecciones que eviten la caída del operario tanto en el ascenso y descenso como durante la permanencia en lo alto de estructuras y apoyos: línea de seguridad, doble amarre o cualquier otro dispositivo o protección que evite la caída o aminore sus consecuencias: redes o aros de protección.
- Equipos de primeros auxilios y emergencias:
 - Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente. Ubicado en el vestuario u oficina, a cargo de una persona capacitada

designada por la empresa. Este botiquín debe estar visible y en debe estar en un listado los teléfonos de los centros de salud más cercanos así como el del Instituto de Herpetología, centro de apicultura, etc.

- Se dispondrá en obra de un medio de comunicación, teléfono o emisora, y de un cuadro con los números de los teléfonos de contacto para casos de emergencia médica o de otro tipo.

- Equipos de protección contra incendios:
 - Extintores de polvo seco clase ABC de eficacia suficiente, según la legislación y normativa vigente.

5.- Descripción general de la obra a ejecutar.

En este punto se analizan con carácter general, independientemente de la obra, las diferencias servidumbre o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

5.1.- Descripción de la obra y situación.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se deberá recoger en un anexo específico para la obra objeto del estudio básico de seguridad y salud concreto. Se deberán tener en cuenta las dificultades que se pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

5.2.- Suministro de energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica provisional será suministrado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios. Todos los puntos de toma de corriente, incluidos los provisionales para herramientas portátiles, contarán con protección térmica y diferencial adecuada.

5.3.- Suministro de agua potable.

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales en la región, zona, etc., en el caso de que esto no sea posible dispondrán de los medios necesarios (cisternas, etc.) que garantice su existencia regular desde el comienzo de la obra.

5.4.- Servicios higiénicos.

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agreda al medio ambiente.

6.- Pliego de Condiciones particulares.

6.1.- Normativa oficial.

La relación de normativa que a continuación se presenta no pretende ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la realización de este estudio, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto de este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

- Ley 31/95, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Decreto del 28/11/69 Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de AT.
- Reglamento Electrotécnico de BT y R.D. 842/2002.
- Ley 8/1980 de. 20 de marzo. Estatuto de los trabajadores.
- Real Decreto 3275/1982 Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y las Instrucciones Técnicas Complementarias.
- R.D. Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- R.D. 39/1995, de 17 de enero. Reglamento de los Servicios Prevención .R.D. 485/1997, en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de Abril. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/1997, relativo a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores.
- R.D. 773/1997, relativo ala utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- R.D. 1215/1997, relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1627/1997, de octubre. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 614/2001, protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 54/2003, de modificación de la ley 31/1995 de prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 171/2004 de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de riesgos laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

6.2.- Normas Iberdrola.

- Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos de AMYS.
- Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas AMYS.
- MO 12.05.02 "Plan Básico de Prevención de Riesgos para empresas contratistas".
- MO 12.05.03 "Procedimiento de descargos para la ejecución de trabajos sin tensión en las instalaciones de alta tensión".
- MO 12.05.04 "Procedimiento para la puesta en régimen especial de la explotación en instalaciones de alta tensión".
- MO 12.05.05 "Procedimiento para actuaciones en instalaciones que no requieran solicitud de descargo ni puesta en régimen especial de explotación".
- MO 9.01.05 "Contratación externa de obras y servicios".

- MO 12.05.08 "Acceso a recintos de posible presencia de atmósferas inflamables, asfixiantes y/o tóxicas".
- MO 12.05.09 "Ascenso descenso, permanencia y desplazamientos horizontales en apoyos de líneas eléctricas".
- MO 12.05.10 "Cooperación preventiva de actividades con empresas de gas".
- MO 12.05.11 "Señalización y delimitación de zonas de trabajo para la ejecución de trabajos sin tensión en instalaciones de AT mantenidas por ups".

7.- Previsiones e informaciones útiles para los trabajos.

Entre otras se deberá disponer de:

- Instrucciones de operaciones normales y de emergencia.
- Señalización clara de mandos de operación y de emergencia.
- Dispositivos de protección personal y colectiva para trabajos posteriores de mantenimiento. Equipos de rescate y auxilio para casos necesarios.

8.- Medidas de seguridad específicas para cada una de las fases en los trabajos a desarrollar.

De aquellos anexos propuestos poner aquellos que convengan con nuestro tipo de entronque.

En el Anexo 1 se recogen las medidas de seguridad específicas para los trabajos relativos a pruebas y puesta en servicio de las diferentes instalaciones, que son similares a las de desconexión, en las que el riesgo eléctrico puede estar presente.

En los Anexos 2 al 4 se indican los riesgos y las medidas preventivas de los distintos tipos de instalaciones.

9.- Coordinador en materia de seguridad y salud.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La coordinación de seguridad y salud, no será asumida por la dirección técnica, ni facultativa, mientras esta no sea contratada específicamente por el promotor y aceptada por la dirección técnica y/o facultativa.

ANEXOS

RIESGO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN EN CADA FASE DEL TRABAJO.

Anexo 1: Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones.

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1.- Pruebas y puesta en servicio. (Desconexión y protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones)	Golpes. Heridas. Caídas. Atrapamientos. Contacto eléctrico directo e indirecto en MT y BT. Elementos candentes y quemaduras. Presencia de animales, colonias, etc.	Ver punto 2.3. Cumplimiento MO 12.05.02 al 05. Mantenimientos equipos y utilización de EPI's Utilización de EPI's. Adecuación de cargas, control de maniobras y vigilancia continuada Prevención de aperturas de armarios, celdas, etc.

Anexo 2: Líneas aéreas.

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos.

A) ACTIVIDADES.

- Acopio carga y descarga (recuperación de chatarra).
- Excavación, hormigonado e izado de apoyos (desmontaje de apoyos).
- Montaje de armados (desmontaje de armados).
- Cruzamientos.
- Tendido de conductores (Desmontaje de conductores).
- Tensado y Engrapado (Destensar, soltar o cortar conductores en el caso de retirada o desmontaje de instalaciones).
- Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desconexión y protección en el caso de retirada o desmontaje de la instalación).

B) RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.

- Golpes, heridas, caída de objetos atrapamientos y ataques o sustos por animales.
- Caídas al mismo nivel, caídas a distinto nivel, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos, desplome o rotura del apoyo o estructura.
- Caídas desde altura, desprendimiento de carga, rotura de elementos de tracción, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, contactos eléctricos y en los desmontajes posibles nidos, colmenas.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caída de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros, contactos eléctricos por caída de conductores encima de otras líneas.

- Vuelco de maquinaria, caídas desde altura, riesgo eléctrico, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobre esfuerzos y riesgos a terceros.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros y desplome o rotura del apoyo o estructura en su desmontaje.
- Ver Anexo 1.

C) ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- Mantenimiento de equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras (vigilancia continuada y utilización de EPI's), revisión del entorno, ver punto 2.3.
- Orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad y protección de huecos, utilización de fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada, (análisis previo de las condiciones de tiro, equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos), ver punto 2.3.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, revisión de elementos de elevación y transporte, dispositivos de control de cargas y esfuerzos soportados, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, revisión del entorno, ver 2.3.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos, colocación de pórticos y protecciones aislantes coordinando con la empresa suministradora, ver punto 2.3.
- Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, puesta a tierra de los conductores y señalización de ella, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos, ver punto 2.3.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos, (análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos).
- Ver Anexo 1.

Anexo 3: Líneas Subterráneas.

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos.

A) ACTIVIDADES.

- Acopio, carga y descarga (acopio, carga y descarga de material recuperado y chatarra).
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Izado y acondicionado del cable en apoyo L.A.(desmontaje cable en apoyo de línea aérea).

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Tendido, empalme y terminales de conductores (desmontaje de conductores, empalmes y terminales). Engrapado de soportes en galerías (desengrapado de soportes en galerías).
- Orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, identificación de canalizaciones, coordinación con la empresa de gas, utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada, vigilancia continuada de la zona donde se está excavando, ver punto 2.3.
- Pruebas y puesta en servicio (mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

B) RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atropamientos, presencia de animales (mordeduras, picaduras, sustos...).
- Caídas al mismo nivel, caídas a distinto nivel, exposición al gas natural, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atropamientos, contactos eléctricos.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atropamientos, caídas de objetos, (desplome o rotura del apoyo o estructura).
- Vuelco de maquinaria, caídas desde altura, golpes y heridas, atropamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros, ataque de animales.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atropamientos, caídas de objetos y sobreesfuerzos.
- Ver Anexo 1 y presencia de colonias, nidos.

C) ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- Mantenimiento de equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de EPI's, revisión del entorno y ver punto 2.3.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, (análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos).
- Acondicionamiento de la zona de ubicación; anclaje correcto de las máquinas de tracción, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de EPI's, utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos y revisión del entorno.
- Ver punto 2.3, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada y utilizar fajas de protección lumbar.
- Ver Anexo 1 y revisión del entorno.

Anexo 4: Instalación/Retirada de equipos de medida en BT, sin tensión.

A) ACTIVIDADES.

- 1.- Acopio, carga y descarga.
- 2.- Desconexión/conexión de la instalación eléctrica y pruebas.
- 3.- Montaje/desmontaje.

B) RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.

- 1.- Golpes, cortes, caídas de objetos, caídas a nivel y atropamientos.
- 2.- Contacto eléctrico directo e indirecto en BT.
- 3.- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, golpes y cortes, proyección de partículas, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atropamientos, contacto eléctrico directo e indirecto en BT, arco eléctrico en BT y elementos candentes y quemaduras.

C) ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- 1.- Ver punto 2.3., Mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, y control de maniobras.
- 2.- Ver punto 2.3. , Utilización de EPI's, coordinar con el cliente los trabajos a realizar, aplicar las 5 reglas de oro, apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- 3.- Ver punto 2.3, orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y atención continuada, apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, informar por parte del jefe de trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puentes en tensión más cercanos.

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CENTROS DE TRANSFORMACION.

1.- Objeto.

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

2.- Características de la obra.

2.1.- Descripción de la obra y situación.

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en la Memoria del presente proyecto.

2.2.- Suministro de energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

2.3.- Suministro de agua potable.

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

2.4.- Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos.

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

2.5.- Interferencias y servicios afectados.

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

3.- Memoria.

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

3.1.- Obra civil.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

Movimiento de tierras y cimentaciones:

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas:

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Estructura:

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuciones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas:

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

Cerramientos:

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención:

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

Albañilería:

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención:

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

3.2.- Montaje.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

Colocación de soportes y embarrados:

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención:

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

Montaje de Celdas Prefabricadas o aparamenta, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.:

a) Riesgos más frecuentes:

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

b) Medidas de prevención:

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.
 - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

Operaciones de puesta en tensión:

a) Riesgos más frecuentes:

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

b) Medidas de prevención:

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

4.- Aspectos generales.

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

4.1.- Botiquín de obra.

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

5.- Normativa aplicable.

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales del 8 de noviembre.
- Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2.65/1974 de 30 de mayo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- R.D.39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. Lugares de Trabajo.
- R.D. Equipos de Trabajo.
- R.D. Protección Individual.
- R.D. Señalización de Seguridad.
- O.G.S.H.T. Título II, Capítulo VI.

Firmado:

Ingeniero Técnico Industrial Esp. Electricidad
Antonio Rubio Robles
D.N.I.: 48509280-A

Cartagena, 14 de Septiembre de 2009

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL

PLIEGO DE CONDICIONES



Proyecto Fin de Carrera realizado por:

Antonio Rubio Robles

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad

Tutores de Proyecto: Juan José Portero Rodríguez, Alfredo Conesa Tejerina

Curso 2008/2009

PLIEGO DE CONDICIONES

Indice

3.- Pliego de Condiciones

3.1.- Condiciones generales.....	4
3.1.1.- Alcance.....	4
3.1.2.- Reglamentos y normas.....	4
3.1.3.- Disposiciones generales.....	4
3.1.4.- Ejecución de las obras.....	4
3.1.4.1.- Comienzo.....	4
3.1.4.2.- Ejecución.....	5
3.1.4.3.- Libro de órdenes.....	5
3.1.5.- Interpretación y desarrollo del proyecto.....	5
3.1.6.- Obras complementarias.....	6
3.1.7.- Modificaciones.....	6
3.1.8.- Obra defectuosa.....	6
3.1.9.- Medios auxiliares.....	6
3.1.10.- Conservación de las obras.....	6
3.1.11.- Recepción de las obras.....	7
3.1.11.1.- Recepción provisional.....	7
3.1.11.2.- Plazo de garantía.....	7
3.1.11.3.- Recepción definitiva.....	7
3.1.12.- Contratación de la empresa.....	7
3.1.12.1.- Modo de contratación.....	7
3.1.12.2.- Presentación.....	7
3.1.12.3.- Selección.....	7
3.1.13.- Fianza.....	8
3.1.14.- Condiciones económicas.....	8
3.1.14.1.- Abono de la obra.....	8
3.1.14.2.- Precios.....	8
3.1.14.3.- Revisión de precios.....	9
3.1.14.4.- Penalizaciones.....	9
3.1.14.5.- Contrato.....	9
3.1.14.6.- Responsabilidades.....	9
3.1.14.7.- Rescisión del contrato.....	10
3.1.14.8.- Liquidación.....	10
3.1.15.- Condiciones facultativas.....	10
3.1.15.1.- Normas a seguir.....	10
3.1.15.2.- Personal.....	10
3.2.- Red de Baja Tensión.....	11
3.2.1.- Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.....	11
3.2.1.1.- Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.....	11
3.2.1.1.1.- Tendido de los cables.....	13
3.2.1.1.2.- Protección mecánica y de sobreintensidad.....	14
3.2.1.1.3.- Señalización.....	15
3.2.1.1.4.- Empalmes y terminales.....	15
3.2.1.1.5.- Cajas generales de protección (CGP).....	16

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

3.2.1.1.6.- Cajas generales de protección y medida (CPM).....	17
3.2.1.1.7.- Armarios de distribución.....	18
3.2.1.2.- Accesorios.....	18
3.2.1.3.- Medidas eléctricas.....	19
3.2.1.4.- Obra civil.....	19
3.2.1.5.- Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.....	19
3.2.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.....	24
3.2.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.....	25
3.2.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	26
3.2.5.- Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores, de mantenedores y/o de organismos de control.....	26
3.3.- Red de Media Tensión.....	27
3.3.1.- Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.....	27
3.3.1.1.- Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.....	27
3.3.1.1.1.- Tendido de los cables.....	28
3.3.1.1.1.1.- Manejo y preparación de bobinas.....	28
3.3.1.1.1.2.- Tendido de cables en zanja.....	29
3.3.1.1.1.3.- Tendido de cables en tubulares.....	30
3.3.1.1.2.- Empalmes.....	31
3.3.1.1.3.- Terminales.....	31
3.3.1.1.4.- Transporte de bobinas de cables.....	32
3.3.1.2.- Accesorios.....	32
3.3.1.3.- Obra civil.....	32
3.3.1.4.- Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, paralelismos, señalización y acabado.....	32
3.3.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.....	34
3.4.- Centros de Transformación.....	35
3.4.1.- Calidades de los materiales.....	35
3.4.1.1.- Obra civil.....	35
3.4.1.2.- Aparata de Media Tensión.....	35
3.4.1.3.- Transformadores.....	36
3.4.1.4.- Equipos de medida.....	36
3.4.2.- Normas de ejecución de las instalaciones.....	37
3.4.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.....	37
3.4.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	37
3.4.5.- Certificados y documentación.....	38
3.4.6.- Libro de órdenes.....	38

3.- Pliego de Condiciones.

3.1.- Condiciones generales.

3.1.1.- Alcance.

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica de la red de media y baja tensión, además de la instalación de los centros de transformación.

El alcance del trabajo del contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición e instalación del trabajo.

3.1.2.- Reglamentos y normas.

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal.

Se adaptarán además a las condiciones particulares impuestas por la empresa distribuidora de energía eléctrica.

3.1.3.- Disposiciones generales.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según el orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

3.1.4.- Ejecución de las obras.

3.1.4.1.- Comienzo.

El Contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de su firma.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

3.1.4.2.- Ejecución.

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo ulterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

3.1.4.3.- Libro de órdenes.

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Ordenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le de por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

3.1.5.- Interpretación y desarrollo del proyecto.

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director. El Contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El Contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El Contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aún cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El Contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por éste.

3.1.6.- Obras complementarias.

El Contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

3.1.7.- Modificaciones.

El Contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del Proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo a los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista y que ha sido tomado como base del contrato. El Técnico Director de obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

3.1.8.- Obra defectuosa.

Cuando el Contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

3.1.9.- Medios auxiliares.

Serán de cuenta del Contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisos para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección de sus operarios.

3.1.10.- Conservación de obras.

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

3.1.11.- Recepción de las obras.

3.1.11.1.- Recepción provisional.

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitida.

De no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional.

3.1.11.2.- Plazo de garantía.

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien en el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha.

Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

3.1.11.3.- Recepción definitiva.

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional.

A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras, si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

3.1.12.- Contratación de la empresa.

3.1.12.1.- Modo de contratación.

El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa escogida por concurso o subasta.

3.1.12.2.- Presentación.

Las empresas seleccionadas para dicho concurso deberán presentar sus proyectos en sobre lacrado, antes del 30 de Octubre del 2009 en el domicilio del propietario.

3.1.12.3.- Selección.

La empresa escogida será anunciada la semana siguiente a la conclusión del plazo de entrega. Dicha empresa será escogida de mutuo acuerdo con el propietario y el director de la obra, sin posible reclamación por parte de las otras empresas concursantes.

3.1.13.- Fianza.

En el contrato se establecerá la fianza que el Contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

De no estipularse la fianza en el contrato se entiende que se adopta como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

3.1.14.- Condiciones económicas.

3.1.14.1.- Abono de la obra.

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que pueden establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

3.1.14.2.- Precios.

El Contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

3.1.14.3.- Revisión de precios.

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

3.1.14.4.- Penalizaciones.

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

3.1.14.5.- Contrato.

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el Contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

3.1.14.6.- Responsabilidades.

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Proyecto y el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El Contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.

También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

3.1.14.7.- Rescisión del contrato.

Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- **Primera:** muerte o incapacidad del Contratista.
- **Segunda:** la quiebra del Contratista.
- **Tercera:** modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
- **Cuarta:** modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- **Quinta:** la no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- **Sexta:** la suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
- **Séptima:** incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique mala fe.
- **Octava:** terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- **Novena:** actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- **Décima:** destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

3.1.14.8.- Liquidación.

Siempre que se rescinda el contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

3.1.15.- Condiciones facultativas.

3.1.15.1.- Normas a seguir.

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento electrotécnico de baja tensión e instrucciones complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del comité electrotécnico internacional (CEI).
- Plan nacional y ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.
- Normas de la compañía suministradora (IBERDROLA).
- Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.

3.1.15.2.- Personal.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

3.2.- Red de Baja Tensión.

3.2.1.- Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

3.2.1.1.- Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipos RV, de las características siguientes:

- Cable tipo RV:

Conductor.....	Aluminio
Secciones.....	50 - 95 - 150 y 240 mm²
Tensión asignada.....	0,6/1 kV
Aislamiento.....	Polietileno reticulado
Cubierta.....	PVC

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para fase y uno para neutro.

Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

La utilización de las diferentes secciones será la siguiente:

- las secciones de 150 mm^2 y 240 mm^2 se utilizarán en la red subterránea de distribución en BT y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT.
- la sección de 95 mm^2 , se utilizará como neutro de la sección de 150 mm^2 línea de derivación de la red general y acometidas.
- la sección de 50 mm^2 , solo se utilizará como neutro de la sección de 95 mm^2 y acometidas individuales.

Los tipos normalizados y las características esenciales son los que figuran en la tabla 3.1:

Tipo constructivo	Tensión nominal kV	Sección mm^2	Nº mínimo alambres	Suministro Long $\pm 2\%$ m	Tipo bobina UNE 21 167-1	Código
RV	0,6/1	1 x 50	6	1600	10	5631225
		1 x 95	15	950	10	5631235
		1 x 150	15	1100	12	5631245
		1 x 240	30	750	12	5631255

Tabla 3.1: Tipos normalizados y características esenciales.

La constitución del cable (ver figura 1) será la siguiente:

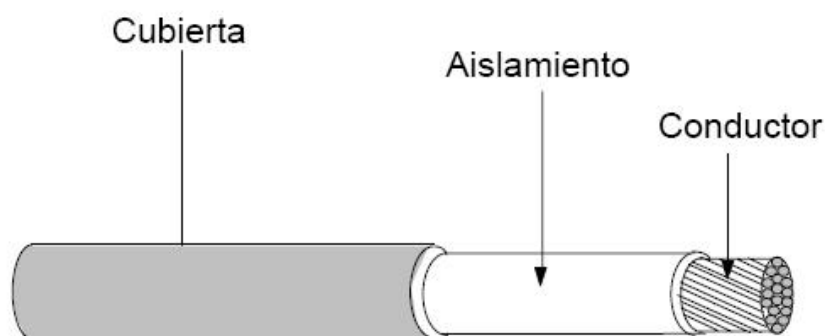


Figura 1: Constitución del cable.

Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante.
- Designación completa.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Indicación de calidad concertada (cuando la tenga).

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

3.2.1.1.1.- Tendido de los cables.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada, sujeta por barras y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

El desenrollado del conductor se realizará de forma que éste salga por la parte superior de la bobina.

El fondo de la zanja deberá estar cubierto en toda su longitud con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, antes de proceder al tendido de los cables.

Los cables deben de ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc..., y teniendo en cuenta siempre que el radio de curvatura en el tendido de los mismos, aunque sea accidentalmente, no debe ser inferior a 20 veces su diámetro.

Para la coordinación de movimientos de tendido se dispondrá de personal y los medios de comunicación adecuados.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe exceder de 3 kg/mm^2 . Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispuestos sobre el fondo de la zanja, para evitar el rozamiento del cable con el terreno.

Durante el tendido, se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras.

En las curvas, se tomarán las medidas oportunas para evitar rozamientos laterales de cable. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles, deberá hacerse siempre a mano.

Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja y siempre sobre rodillos.

No se dejarán nunca los cables tendidos en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlos con la capa de arena fina y la protección de la placa.

En todo momento, las puntas de los cables deberán estar selladas mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizadas para impedir los efectos de la humedad, no dejándose los extremos de los cables en la zanja sin haber asegurado antes la buena estanqueidad de los mismos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 50 cm.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido. Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería a dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación.

Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, evitando la dispersión de los mismos por efecto de las corrientes de cortocircuito o dilataciones.

Antes de pasar el cable por una canalización entubada, se limpiará la misma para evitar que queden salientes que puedan dañarlos.

En las entradas de los tubulares se evitará que el cable roce el borde de los mismos.

Para los cruces de calles y carreteras:

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

3.2.1.1.2.- Protección mecánica y de sobreintensidad.

Protección mecánica:

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas en eventuales trabajos de excavación.

Para señalar la existencia de las mismas y protegerlas, a la vez, se colocará encima de la capa de arena, una placa de protección o tubo.

La anchura se incrementará hasta cubrir todas las cuaternas en caso de haber más de una.

Protección de sobreintensidad:

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas, mediante fusibles de la clase gG se indica en el siguiente cuadro la intensidad nominal del mismo:

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Cuando se prevea la protección de conductor por fusibles contra cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente protege y que se indica en el siguiente cuadro en metros.

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros ⁽¹⁾						

(1) Calculadas con una impedancia a 90°C del conductor de fase y neutro.

NOTA: Estas longitudes se consideran partiendo del cuadro de BT del centro de transformación.

3.2.1.1.3.- Señalización.

Todo conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención, de acuerdo con la RU 0205, colocada a 40 cm aproximadamente, por encima de la placa de protección. Cuando en la misma zanja existan líneas de tensión diferente (Baja y Media Tensión), en diferentes planos verticales, debe colocarse dicha cinta encima de cada conducción.

3.2.1.1.4.- Empalmes y terminales.

Para la confección de empalmes y terminales se seguirán los procedimientos establecidos por el fabricante y homologados por las empresas.

El técnico supervisor conocerá y dispondrá de la documentación necesaria para evaluar la confección del empalme o terminación.

En concreto se revisarán las dimensiones del pelado de cubierta, utilización de manguitos o terminales adecuados y su engaste con el utillaje necesario, limpieza y reconstrucción del aislamiento. Los empalmes se identificarán con el nombre del operario y sólo se utilizarán los materiales homologados.

La reconstrucción del aislamiento deberá efectuarse con las manos bien limpias, depositando los materiales que componen el empalme sobre una lona limpia y seca. El montaje deberá efectuarse ininterrumpidamente.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Los empalmes unipolares se efectuarán escalonados, por lo tanto deberán cortarse los cables con distancias a partir de sus extremos de 50 mm, aproximadamente.

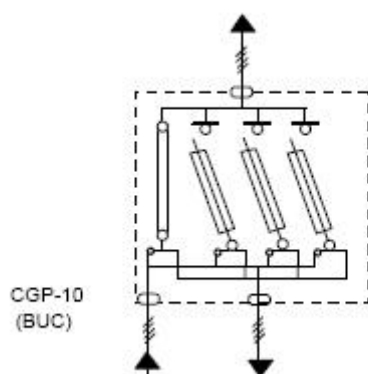
En el supuesto que el empalme requiera una protección mecánica, se efectuará el procedimiento de confección adecuado, utilizando además la caja de poliéster indicada para cada caso.

Más instrucciones y catálogo del conductor en el Anexo 1 “Cable subterráneo de Baja Tensión”.

3.2.1.1.5.- Cajas generales de protección (CGP).

Son cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización del principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Las cajas generales de protección se colocarán empotradas en las fachadas de los edificios. Se utilizarán las correspondientes al siguiente esquema eléctrico.



En la siguiente tabla se indican las CGP normalizadas, número y tamaño de los cortacircuitos fusibles que usa Iberdrola en sus instalaciones.

Designación	Cortacircuitos fusibles			Utiliza- ción	Códigos
	Bases		Fusibles		
	Número	Tamaño	I máx. A		
CGP-1-100	1	22x58	80*	Exterior	7650003
CGP-7-100	3	22x58	80*	Exterior	7650007
CGP-7-160	3	00**	160	Exterior	7650008
CGP-7-250/BUC	3	1 (BUC)	250	Exterior / interior	7650010
CGP-7-400/BUC	3	1 (BUC)	400	Exterior / interior	7650011
CGP-10-250/BUC	3	1 (BUC)	250	Interior	7650018
CGP-11-250/250/BUC	3/3	1 (BUC)	250	Interior	7650019

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Las características técnicas de las CGP son:

- Envolvente de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente.
- Tres bases de 250 A, con dispositivo extintor de arco y detector de fusión.
- Neutro amovible con pletina de conexión para terminales.
- Las conexiones eléctricas se efectúan con tornillería de acero inoxidable.
- Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetálicos hasta 240 mm².
- Complemento: puerta metálica referencia 931.132-IB.
- Esquema 10/BUC.

Demás características en el Anexo 2 “Cajas Generales de Protección”.

3.2.1.1.6.- Cajas generales de protección y medida (CPM).

Las cajas generales de protección y medida son aquellas que en un solo elemento incluyen la caja general de protección y el elemento de medida.

Son cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización del principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

En la siguiente tabla se muestran todos los tipos de CPM que utiliza Iberdrola en sus instalaciones.

Tipo de Suministro	Nº de Contadores	Tipo de instalación	Designación	Figura	Código
Monofásico hasta 63 A	1	Empotrable	CPM1-D2-M	5	4272001
	1	Intemperie	CPM1-D2-I	5	4272002
	2	Empotrable	CPM3-D2/2-M	6	4272021
	2	Intemperie	CPM3-D2/2-I	6	4272023
Trifásico doble tarifa hasta 63 A	1	Empotrable	CPM2-D4-M	7	4272011
	1	Intemperie	CPM2-D4-I	7	4272013
Trifásico multifunción 63 A	1	Empotrable	CPM2-E4-M	8	4272014
	1	Intemperie	CPM2-E4-I	8	4272016
	1	Empotrable	CPM2-E4-MBP	9	4272017
	1	Intemperie	CPM2-E4-IBP	9	4272018
Trifásico > 63 A hasta 300 A (Medida indirecta)	1	Empotrable	CMT-300E-M	10	4272100
		Empotrable	CMT-300E-MF	11	4272102
		Intemperie	CMT-300E-I	10	4272101
		Intemperie	CMT-300E-IF	11	4272103
Trifásico hasta 750 A (Medida Indirecta)	1	Intemperie	CMT-750E-I	12	4272120

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Las utilizadas en el actual proyecto son las de designación CPM3-D2/2-M y CPM1-D2-M.

Las características técnicas de las CPM son:

- Envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035, resistente al calor anormal o fuego, según UNE EN 60 695-2-1/0.
- Grado de protección IP43 en envoltorios empotrables e IP55 en envoltorios de intemperie, según UNE 20 324.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos, IK09 en envoltorios empotrables e IK10 en envoltorios de intemperie, según UNE EN 50 102.
- Clase térmica A, según UNE 21 305.
- Gran resistencia a la corrosión y a los rayos ultravioletas.
- Autoventilación por convección natural sin reducir el grado de protección indicado.
- Ventanillas para lectura de los aparatos de medida opcionales, en policarbonato transparente estabilizado contra la acción de los rayos ultravioleta (U.V.).
- Puerta con bisagras, de apertura superior a 100°.
- Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato.
- Panel de poliéster troquelado para fijación de equipos de medida.
- Tornillería de fijación de latón, imperdible y desplazable por el ranurado del panel.

Demás características en el Anexo 3 “Cajas Generales de Protección y Medida. Armarios de distribución”.

3.2.1.1.7.- Armarios de distribución.

Su utilización será para ir en conjunto con las cajas generales de protección y medida, ya que estas no admiten la sección del cable proyectado en los anillos.

Serán las de tipo Maxinter CS-250/400-E.

Las características técnicas son:

- Envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER.
- Grado de protección IP 43 UNE 20 234 e IK09 UNE EN 50 102.
- Tres bases unipolares cerradas BUC tamaño 1 o tamaño 2, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.
- Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.

Demás características en el Anexo 3 “Cajas Generales de Protección y Medida. Armarios de distribución”.

3.2.1.2.- Accesorios.

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales

(interior, exterior, contaminación, etc.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

3.2.1.3.- Medidas eléctricas.

Una vez terminadas las obras, se realizarán las medidas eléctricas correspondientes de: puesta a tierra del neutro de la instalación para comprobar su buen funcionamiento y corregirlo en caso contrario; también se comprobará la continuidad de los conductores para localizar posibles fallos que se hayan producido en su tendido; y por último se medirán las tensiones entre fases, y entre fases y neutro al inicio y al final de la instalación para comprobar que estas se encuentran dentro de los límites impuestos.

3.2.1.4.- Obra civil.

La obra civil llevada a cabo en esta parte del proyecto consiste en la apertura de las zanjas (en acera y cruce de calles) por donde discurrirán las distintas líneas, los tipos de zanjas se describen en el siguiente apartado en el cual veremos distintas disposiciones según el número de conductores a introducir en ellas.

3.2.1.5.- Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.

Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Los cables se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 0,70 m, en zanjas de 0,80 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,60 m.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositarán los cables a instalar. Por encima del cable se colocará otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01. Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,25 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización, como

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

advertencia de la presencia de cables eléctricos, Las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm Ø que se instalará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de BT. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Y por último se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de HM-12,5 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,6 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm Ø, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se consideré necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm Ø, destinado a este fin. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido. Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,80 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón HM-12,5, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón HM-12,5 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del firme y pavimento, para este relleno se utilizará hormigón HM-12,5, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de HM-12,5 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Los tipos de zanja a utilizar para las distintas disposiciones de los conductores quedan reflejados en los planos número 13 y 14.

En el siguiente cuadro representaremos por donde discurren las zanjas y en que número de plano se encuentran:

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

ZANJA	CABLES DE BT	CABLES DE MT	DESCRIPCION DE PASO	PLANO N°
1	3	1	Discurre por la C/ Infantes: acera parcela 6	13
2	2	1	Cruce de la C/ Pescadores hacia parcela 5	14
3	2	1	Pequeño tramo por acera de C/ Infantes, con giro a la izquierda hacia acera C/ Pescadores parcela 5 (sin cables de MT)	13
4	1	1	Discurre por la C/ Pescadores: acera parcela 6 (pequeño tramo con cables de MT, tener en cuenta)	13
5	1	1	Discurre por la C/ Goya: acera parcela 6	13
6	1	1	Discurre por la C/ Mar Menor: acera parcela 6	13
7	-	1	Cruce de la C/ Infantes hacia parcela 9	14
8	2	-	Cruce de la C/ Pescadores hacia parcela 10	14
9	1	-	Toda la acera de la parcela 10	13
10	2	1	Discurre por la C/ Infantes: acera parcela 9 (pequeño tramo con cables de BT, tener en cuenta)	13
11	2	-	Discurre por C/ Pescadores y Pinares: acera parcela 9	13
12	2	1	Cruce de la C/ Manresa hacia parcela 12	14
13	1	-	Toda la acera de la parcela 12	13
14	2	-	Cruce de la C/ Pinares hacia parcela 9	14
15	-	1	Cruce de la C/ Pinares hacia parcela 12	14
16	2	1	Discurre por la C/ Manresa: acera parcela 9	13
17	2	-	Discurre por la C/ Pinares: acera parcela 9	13
18	1	1	Toda la acera de la parcela 11 con BT y pequeño tramo con MT	13

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

ZANJA	CABLES DE BT	CABLES DE MT	DESCRIPCION DE PASO	PLANO N°
19	-	1	Cruce de la C/ Pinares hacia CT-6	14
20	2	-	Cruce de la C/ Pajaritos hacia parcela 7	14
21	3	-	Toda la acera de la parcela 7 con un cable por la zanja menos en un tramo que discurren 3 (esquina de las C/ Infantes y Pajaritos)	13
22	2	-	Cruce de la C/ Pajaritos hacia CT-7	14
23	2	1	Discurre por la C/ Pajaritos: acera parcela 8	13
24	2	-	Discurre por la C/ Infantes: acera parcela 8	13
25	2	-	Cruce de la C/ Infantes hacia parcela 4	14
26	-	1	Cruce C/ Infantes desde el CT-7 hasta parcela 4	14
27	2	-	Cruce C/ Infantes desde la parcela 7 hasta parcela 4	14
28	2	1	Discurre por la C/ Infantes: acera parcela 4	13
29	2	-	Cruce de la C/Infantes desde parcela 9 hasta parcela 5	14
30	2	-	Discurre por la C/ Infantes: acera parcela 5	13
31	2	1	Discurre por la C/ Huertas: acera parcela 4	13
32	-	1	Cruce C/ Pescadores desde parcela 6 hasta CT-3	14
33	2	-	Discurre por la C/ Pescadores: acera parcela 5	13
34	2	1	Discurre por la C/ Goya: acera parcela 5, jardín 2 y parcela 4	13
35	2	-	Cruce C/ Goya desde CT-3 hasta parcela 2	14
36	2	1	Discurre por la C/ Goya: acera parcela 2 (el cable de MT sólo en una parte del tramo, tener en cuenta)	13

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

ZANJA	CABLES DE BT	CABLES DE MT	DESCRIPCION DE PASO	PLANO N°
37	2	-	Discurre por la C/ Mar Menor: acera parcela 2	13
38	2	-	Discurre por la C/ del Sauce: acera parcela 2	13
39	2	-	Cruce C/ Goya desde CT-8 hasta parcela 2	14
40	-	1	Cruce C/ Goya desde CT-8 hasta parcela 2	14
41	1	-	Cruce C/ Goya desde CT-9 hasta parcela 2	14
42	1	1	Discurre por la C/ Oxford: acera parcela 2	13
43	-	1	Cruce C/ Huertas hacia parcela 3	14
44	1	1	Discurre por la C/ Goya: acera parcela 3	13
45	1	-	Discurre por C/ Huertas, Infantes y Oxford: acera parcela 3	13
46	1	1	Cruce C/ Oxford desde CT-9 hasta parcela 1	14
47	2	-	Discurre por C/ Oxford: acera parcela 1 (habrá un tramo que sólo discurren por la zanja un cable de MT y otro de BT)	13
48	2	-	Discurre por la acera entre C/ del Sauce y Oxford	13
49	1	-	Cruce C/ Oxford hacia parcela 1	14
50	-	1	Cruce C/ Oxford hacia parcela 1	14
51	-	2	Discurre por C/ del Sauce: acera parcela 1	13
52	2	2	Discurre por C/ del Sauce: acera jardín 1 y equipamiento (los cables de MT sólo estarán en un tramo pequeño)	13
53	2	-	Cruce de la C/ Astorga	14
54	2	-	Discurre entra la parcela 1 y el jardín 1	13

3.2.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- 1.- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- 2.- Normas UNE.
- 3.- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- 4.- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- 5.- Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras y evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

Antes de comenzar los trabajos de apertura de zanjas, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, garajes, etc..., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad determinada, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en ámbar rojo.

El vallado debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (caseta, maquinaria, materiales apilados, etc), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización. La obra estará identificada mediante letreros normalizados por los ayuntamientos.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de los viandantes, automovilistas y personal de la obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el código de circulación y las ordenanzas vigentes.

3.2.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista habrá de hacer los ensayos adecuados para probar, a la entera satisfacción del Técnico Director de obra, que todos los equipos, aparatos y cableado han sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias de trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa al Técnico Director de obra.

Los resultados de los ensayos serán pasados en certificados indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como categoría profesional.

Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia de aislamiento entre las fases, y entre fases y tierra.

En los cables enterrados, estos ensayos de resistencia de aislamiento se harán antes y después de efectuar el rellenado y compactado.

Antes de poner el aparellaje bajo tensión, se medirá la resistencia de aislamiento de cada embarrado entre fases y entre fases y tierra. Las medidas deben repetirse con los interruptores en posición de funcionamiento y contactos abiertos.

Todo relé de protección que sea ajustable será calibrado y ensayado, usando contador de ciclos, caja de carga, amperímetro y voltímetro, según se necesite.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Se dispondrá en lo posible, de un sistema de protección selectiva. De acuerdo con esto, los relés de protección se elegirán y coordinarán para conseguir un sistema que permita actuar primero el dispositivo de interrupción más próximo a la falta.

El Contratista preparará curvas de coordinación de relés y calibrado de éstos para todos los sistemas de protección previstos.

Se comprobarán los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad y tensión aplicando corrientes o tensión a los arrollamientos secundarios de los transformadores y comprobando que los instrumentos conectados a estos secundarios funcionan.

Todos los interruptores automáticos se colocarán en posición de prueba y cada interruptor será cerrado y disparado desde su interruptor de control. Los interruptores deben ser disparados por accionamiento manual y aplicando corriente a los relés de protección. Se comprobarán todos los enclavamientos.

3.2.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

Para el uso de las instalaciones, primero éstas habrán tenido que pasar sus respectivas revisiones y pruebas para comprobar su correcto funcionamiento; el mantenimiento de las mismas será realizado por la empresa suministradora de energía ateniéndose a toda la reglamentación respectiva al tipo de instalación proyectada; la seguridad para las personas encargadas de la ejecución y mantenimiento de las instalaciones será la emitida en los siguientes documentos:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- R.D. 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

3.2.5.- Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores, de mantenedores y/o organismos de control.

Generalmente, asumimos que la instalación eléctrica es un tipo de instalación que una vez realizada y puesta en funcionamiento, no precisa más cuidados que un mantenimiento sustitutivo de los elementos fungibles (fusibles, lámparas, relés, etc.).

Las instalaciones eléctricas y, especialmente, los elementos de protección contra contactos eléctricos, requieren de un proceso de revisión periódica que permita conocer el estado de los equipos y subsanar las faltas, averías o fallos en los mismos.

3.3.- Red de Media Tensión.

3.3.1.- Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

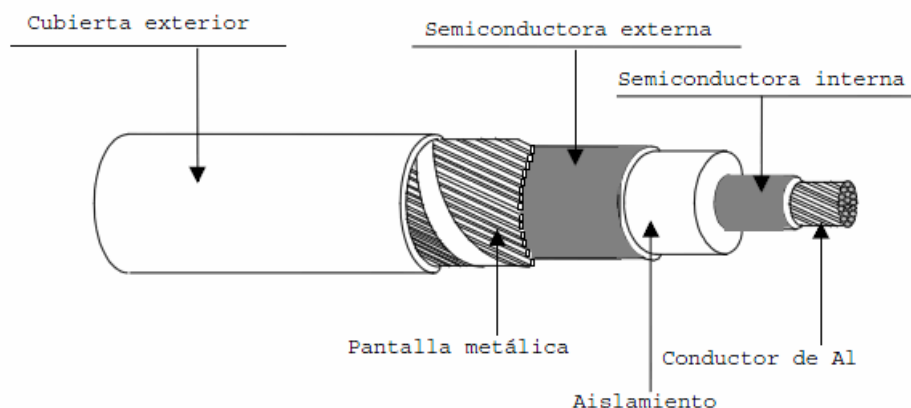
En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

3.3.1.1.- Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.

Se utilizarán conductores de aluminio de la marca General Cable del tipo “VULPREN HEPRZ1 Al H-16 de sección 240 mm^2 ”.

La constitución del conductor será la representada en la siguiente figura:



El conductor estará constituido por un elemento circular compacto de clase 2 según la norma UNE 21 022, de aluminio.

El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, mediante el proceso denominado “triple extrusión”, éste será una mezcla a base etileno propileno de alto módulo (HEPR).

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

La pantalla sobre el conductor estará constituida por una capa de mezcla semiconductor extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, de espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

La pantalla sobre el aislamiento estará constituida por una parte no metálica asociada a una parte metálica. La parte no metálica estará formada por una de mezcla semiconductor extruida, separable en frío, de espesor medio mínimo de 0,5 mm. La parte metálica estará constituida por una corona de alambres de Cu dispuestos en hélice a paso largo y una cinta de Cu, de una sección de 1 mm² como mínimo, aplicada con un paso no superior a cuatro veces el diámetro sobre la corona de alambres.

La cubierta exterior estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) de color rojo.

Para la protección del medio ambiente el material de cubierta exterior del cable no contendrá hidrocarburos volátiles, halógenos ni metales pesados con excepción del plomo, del que se admitirá un contenido inferior al 0,5%.

Además el cable, en su diseño y construcción, permitirá una fácil separación y recuperación de los elementos constituyentes para el reciclado o tratamiento adecuado de los mismos al final de su vida útil.

Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante y/o marca registrada.
- Designación completa del cable.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Indicación de calidad concertada, cuando la tenga.
- Identificación para la trazabilidad (nº de partida u otro).

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

Más características y ensayos a realizar al conductor en el Anexo 4 “Cable Subterráneo de Media Tensión”.

3.3.1.1.1.- Tendido de los cables.

3.3.1.1.1.1.- Manejo y preparación de bobinas.

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido. En el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos

pasos con tubo, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

3.3.1.1.1.2.- Tendido de cables en zanja.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc... y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los obreros estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm² de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso, el esfuerzo no será superior a 5 kg/mm² para cables unipolares con conductores de cobre. En el caso de aluminio debe reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido será obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta en el fondo, antes de proceder al tendido del cable. No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de unos 10 cm de espesor de idénticas características que las anteriores.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm. Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial

Autor: Antonio Rubio Robles

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de media tensión discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc..., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos, al ir separados sus ejes 20 cm mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos Centros de Transformación.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Cada metro y medio serán colocados por fase con una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicando fase 1, fase 2 y fase 3, utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.
- Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.
- Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de media tensión tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesiva y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

3.3.1.1.1.3.- Tendido de los cables en tubulares.

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tira cables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Se situará un obrero en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc..., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

3.3.1.1.2.- Empalmes.

Se realizarán los correspondientes empalmes indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar huecos. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc...

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

3.3.1.1.3.- Terminales.

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de los terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

3.3.1.1.4.- Transporte de bobinas de cables.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

3.3.1.2.- Accesorios.

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

3.3.1.3.- Obra civil.

La obra civil llevada a cabo en esta parte del proyecto consiste en la apertura de las zanjas (en acera, cruce de calles y enterramiento de la línea de media tensión aérea) por donde discurrirán las distintas líneas, los tipos de zanjas se describen en el siguiente apartado en el cual veremos distintas disposiciones según el número de conductores a introducir en ellas.

3.3.1.4.- Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, paralelismos, señalización y acabado.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.

Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Los cables se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 1m, en zanjas de 1,10 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,60 m.

El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces su diámetro.

Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositará el cable o

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

cables a instalar. Encima irá otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando exista 1 línea, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm Ø ó de 125 mm Ø que se instale como protección mecánica, incluirá en su interior, como mínimo, 4 monoductos de 40 mm Ø, según NI 52.95.03, para poder ser utilizado como conducto de cables de control y redes multimedia. Se dará continuidad en todo el recorrido de este tubo, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera y obras de mantenimiento, garantizándose su estanqueidad en todo el trazado.

A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de HM-12,5 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,6 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm Ø aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más, destinado a este fin. Se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 1,10 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón HM-12,5, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón HM-12,5 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el caso anterior o marcado sobre el propio tubo, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón HM-12,5, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Después se colocará un firme de hormigón de HM-12,5 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

3.3.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones.

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- 1.- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- 2.- Normas UNE.
- 3.- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- 4.- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras y evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

Antes de comenzar los trabajos de apertura de zanjas, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial

Autor: Antonio Rubio Robles

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, garajes, etc..., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad determinada, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en ámbar rojo.

El vallado debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (caseta, maquinaria, materiales apilados, etc), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización. La obra estará identificada mediante letreros normalizados por los ayuntamientos.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de los viandantes, automovilistas y personal de la obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el código de circulación y las ordenanzas vigentes.

3.4.- Centros de Transformación.

3.4.1.- Calidades de los materiales.

3.4.1.1.- Obra civil.

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

3.4.1.2.- Aparamenta de Media Tensión.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.
Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

3.4.1.3.- Transformadores.

El transformador o transformadores instalados en los Centros de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

3.4.1.4.- Equipos de medida.

Al tratarse de Centros para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Puesta en servicio:

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de Media Tensión, procederemos a conectar la red de Baja Tensión.

- Separación de servicio:

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento:

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

3.4.2.- Normas de ejecución de las instalaciones.

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

3.4.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

3.4.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

3.4.5.- Certificados y documentación.

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

3.4.6.- Libro de órdenes.

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

Firmado:

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad
Antonio Rubio Robles
D.N.I.: 48509280-A

Cartagena, 14 de Septiembre de 2009

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL

PRESUPUESTOS



Proyecto Fin de Carrera realizado por:

Antonio Rubio Robles

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad

Tutores de Proyecto: Juan José Portero Rodríguez, Alfredo Conesa Tejerina

Curso 2008/2009

PRESUPUESTOS

Indice

4.- Presupuestos

4.1.- Presupuestos parciales con precios unitarios.....	3
4.1.1.- Red de Media y Baja Tensión.....	3
4.1.2.- Centros de Transformación PFU.....	21
4.1.3.- Centros de Transformación MINIBLOK.....	25
4.1.4.- Cajas generales de protección.....	29
4.2.- Presupuestos totales.....	31
4.2.1.- Instalaciones de MT y BT.....	31
4.2.2.- Instalaciones de los CT.....	33
4.2.3.- Presupuesto total de proyecto.....	34

4.- Presupuestos.

4.1.- Presupuestos parciales con precios unitarios.

4.1.1.- Red de Media y Baja Tensión.

Código	Ud.	Descripción			
AH000	m3	<u>EXCAVACION DE ZANJA POR ACERA (MT)</u>			
		Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones de red de MT, en terreno. Las dimensiones de la zanja son de 60 cm de ancho y 110 cm de profundidad. Incluso carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.			
			Precio	Cantidad	Total
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,35	3,58
CD01	h	Capataz	10,84	0,35	3,79
MQ00	h	Retroexcavadora neumática de 75 CV	32,15	0,15	4,82
MQ01	h	Camión basculante de 14 T	30,55	0,15	4,58
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					16,77
% de Costes Indirectos.....				3%	0,5
TOTAL.....					17,27 €

La partida asciende a diecisiete euros con veintisiete céntimos.

Código	Ud.	Descripción			
AH001	m3	<u>EXCAVACION DE ZANJA POR CALZADA (MT)</u>			
		Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones de red de MT, en terreno. Las dimensiones de la zanja son de 60 cm de ancho y 120 cm de profundidad. Incluso carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.			
			Precio	Cantidad	Total
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,35	3,58
CD01	h	Capataz	10,84	0,35	3,79
MQ00	h	Retroexcavadora neumática de 75 CV	32,15	0,2	6,43
MQ01	h	Camión basculante de 14 T	30,55	0,2	6,11
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					19,91
% de Costes Indirectos.....				3%	0,59
TOTAL.....					20,50 €

La partida asciende a veinte euros con cincuenta céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH002	m3	<u>RELLENO DE ZANJA POR ACERA (MT)</u>			
		Relleno localizado en zanjas con tierra procedente de la excavación y/o préstamos, apisonada con medios manuales en tongadas de 10 cm. Colocación de arena de río en el fondo para acondicionar la canalización según normas de la compañía distribuidora.			
			Precio	Cantidad	Total
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,2	2,04
CD01	h	Capataz	10,84	0,2	2,16
MQ01	h	Pala de carga neumática de 85 CV	33,61	0,05	1,68
MQ02	h	Compactador manual	6,65	0,15	0,99
MT00	m3	Arena de río	22	0,55	12,1
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					18,97
% de Costes Indirectos.....				3%	0,57
TOTAL.....					19,54 €

La partida asciende a diecinueve euros con cincuenta y cuatro céntimos.

Código	Ud.	Descripción			
AH003	m3	<u>RELLENO DE ZANJA POR CALZADA (MT)</u>			
		Relleno localizado en zanjas con Hormigón HM-12,5 colado, vibrado y curado.			
			Precio	Cantidad	Total
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,2	2,04
CD01	h	Capataz	10,84	0,2	2,16
MT01	m3	Hormigón HM-12,5	63,66	0,85	54,11
MQ03	h	Vibrador de hormigón	2,25	0,05	0,11
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					58,42
% de Costes Indirectos.....				3%	1,75
TOTAL.....					60,17 €

La partida asciende a sesenta euros con diecisiete céntimos.

Código	Ud.	Descripción			
AH004	Ud	<u>CADENA DE AISLADORES (AMARRE)</u>			
		Formación de la cadena de aisladores en disposición de amarre.			
			Precio	Cantidad	Total
MT02	Ud	Horquilla Bola HBV 16/16	2,25	1	2,25
MT03	Ud	Aislador U70-BS	8,2	2	16,4
MT04	Ud	Alojamiento de rótula protec. R16/17P	2,09	1	2,09
MT05	Ud	Grapa de amarre GA-1	2,89	1	2,89
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					23,63
% de Costes Indirectos.....				3%	0,71
TOTAL.....					24,34 €

La partida asciende a veinticuatro euros con treinta y cuatro céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH005	Ud	<u>CADENA DE AISLADORES (SUSPENSION)</u>			
		Formación de la cadena de aisladores en disposición de suspensión.			
			Precio	Cantidad	Total
MT02	Ud	Horquilla Bola HBV 16/16	2,25	1	2,25
MT03	Ud	Aislador U70-BS	8,2	2	16,4
MT06	Ud	Alojamiento de rótula R16/17	2,05	1	2,05
MT07	Ud	Grapa de suspensión GS-1	2,89	1	2,89
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					23,59
% de Costes Indirectos.....				3%	0,7
TOTAL.....					24,29 €

La partida asciende a veinticuatro euros con veintinueve céntimos.

Código	Ud.	Descripción			
AH047	Ud	<u>DERIVACION LINEA DE MEDIA TENSION</u>			
		Derivación de la línea de media tensión con todos sus accesorios necesarios y cadenas de aisladores a utilizar para su cometido, incluso conexas de la misma.			
			Precio	Cantidad	Total
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	2	22,88
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	2	22,3
AH004	Ud	Cadena de aisladores (amarre)	23,63	9	212,67
AH005	Ud	Cadena de aisladores (suspensión)	23,59	1	23,59
MT08	Ud	Cruceta Recta RH	216,33	1	216,33
MT09	Ud	Angular L-70.7-3200	100,47	1	100,47
MT10	Ud	Angular L-60.4-420	30,27	1	30,27
MT11	Ud	Chapa CH-8-250	15,52	3	46,56
MT12	Ud	Puentes Conductor LA-56	1,35	3	4,05
MT13	Ud	Pequeño material	0,71	60	42,6
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					721,72
% de Costes Indirectos.....				3%	21,65
TOTAL.....					743,37 €

La partida asciende a setecientos cuarenta y tres euros con treinta y siete céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción		
AH048	m3	<u>EXCAVACION DE POZO PARA ENTRONQUE AEREO-SUBTERRANEO</u>		
		Excavación de pozo en terreno de consistencia dura por medios mecánicos, con posterior carga sobre camión basculante, además de transporte de tierras a vertedero situado a una distancia menor de 10 km, considerando ida y vuelta, incluido canon de vertedero.		
			Precio	Cantidad
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,13
CD01	h	Capataz	10,84	0,13
MQ04	h	Excavación con maquinaria neumática de 144 CV	45,58	0,28
MQ05	h	Camión basculante 6x4 de 20 T	32,36	0,16
GA00	m3	Canon de tierra a vertedero	0,26	1
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				20,93
% de Costes Indirectos.....				3%
				0,62
				TOTAL..... 21,55 €

La partida asciende a veintiún euros con cincuenta y cinco céntimos.

Código	Ud.	Descripción		
AH049	m3	<u>CIMENTACION PARA ENTRONQUE AEREO-SUBTERRANEO</u>		
		Cimentación con hormigón armado HA-25/B/40/IIa de 25 N/mm2, consistencia blanda, T _{máx} de 40 mm, para ambiente de humedad alta, elaborado en central, incluye armadura de 40 kg/m3, vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado.		
			Precio	Cantidad
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,15
CD04	h	Oficial de primera	10,71	0,15
CD05	h	Oficial 1ª ferrallista	10,71	0,1
CD06	h	Ayudante-ferrallista	10,4	0,1
MQ03	h	Vibrador de hormigón	2,25	0,05
MT14	m3	Hormigón HA-25/B/40/IIa	62,5	1
MT15	kg	Acero corrugado B 500 S	1,51	40
MT16	kg	Alambre de atar de 1,30 mm	1,2	0,05
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				128,31
% de Costes Indirectos.....				3%
				3,85
				TOTAL..... 132,16 €

La partida asciende a ciento treinta y dos euros con dieciséis céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción
--------	-----	-------------

AH050 Ud **ENTRONQUE AEREO-SUBTERRANEO**

Entronque para pasar la red de aérea a subterránea en media tensión (20 kV), formado por: 1 juego de cortacircuitos fusibles-seccionador de expulsión de intemperie, 1 juego de pararrayos autovalvulares de óxidos metálicos para protección de sobretensiones de origen atmosférico, 3 terminales exteriores de intemperie para cable de 12/20 kV, tubo de acero galvanizado de 6" de diámetro para la protección mecánica de los cables y provisto de capuchón de protección en su parte superior; puesta a tierra de los pararrayos y de las pantallas de los cables. Totalmente instalado.

			Precio	Cantidad	Total
CD00	h	Peón ordinario	10,24	2	20,48
CD04	h	Oficial de primera	10,71	2	21,42
CD07	h	Ayudante-Oficial de primera	10,4	2	20,8
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	6	68,64
CD08	h	Ayudante electricista	10,4	6	62,4
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	6	66,9
MT17	Ud	Apoyo metálico 14C-2000	1122,84	1	1122,84
MT18	Ud	Cruceta Recta RC	193,39	1	193,39
MT19	Ud	Angular L-70.5-1580	52,33	2	104,66
MT20	Ud	Chapa CH-8-150	13,28	3	39,84
AH004	Ud	Cadena de aisladores (amarre)	23,63	3	70,89
AH048	m3	Excavación de pozo para Entronq. A-S	20,93	2,71	56,72
AH049	m3	Cimentación para Entronq. A-S	128,31	2	256,62
MQ06	h	Grua telescópica de 20 T	61,1	6	366,6
MT21	Ud	Placa de tierra 500x500x3 Acero	30,73	1	30,73
MT22	m	Conductor Cu desnudo 50 mm2	8,21	30	246,3
MT23	Ud	Pararrayos autovalvular	111	3	333
MT24	Ud	Cortacircuito fusible/seccionador de expulsión	226,33	3	678,99
MT25	Ud	Terminal para cable subterráneo 12/20 kV	147,43	3	442,29
MT13	Ud	Pequeño material	0,71	30	21,3
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					4224,81
% de Costes Indirectos.....					3% 126,74
					<u>TOTAL..... 4.351,55 €</u>

La partida asciende a cuatro mil trescientos cincuenta y un euros con cincuenta y cinco céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH006	m3	<u>EXCAVACION DE ZANJA POR ACERA (BT)</u>			
		Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones de red de BT, en terreno. Las dimensiones de la zanja son de 60 cm de ancho y 80 cm de profundidad. Incluso carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.			
			Precio	Cantidad	Total
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,35	3,58
CD01	h	Capataz	10,84	0,35	3,79
MQ00	h	Retroexcavadora neumática de 75 CV	32,15	0,15	4,82
MQ01	h	Camión basculante de 14 T	30,55	0,15	4,58
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					16,77
% de Costes Indirectos.....				3%	0,5
TOTAL.....					17,27 €

La partida asciende a diecisiete euros con veintisiete céntimos.

Código	Ud.	Descripción			
AH007	m3	<u>EXCAVACION DE ZANJA POR CALZADA (BT)</u>			
		Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones de red de BT, en terreno. Las dimensiones de la zanja son de 60 cm de ancho y 90 cm de profundidad. Incluso carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.			
			Precio	Cantidad	Total
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,35	3,58
CD01	h	Capataz	10,84	0,35	3,79
MQ00	h	Retroexcavadora neumática de 75 CV	32,15	0,2	6,43
MQ01	h	Camión basculante de 14 T	30,55	0,2	6,11
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					19,91
% de Costes Indirectos.....				3%	0,59
TOTAL.....					20,50 €

La partida asciende a veinte euros con cincuenta céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH008	m3	<u>RELLENO DE ZANJA POR ACERA (BT)</u>			
		Relleno localizado en zanjas con tierra procedente de la excavación y/o préstamos, apisonada con medios manuales en tongadas de 10 cm. Colocación de arena de río en el fondo para acondicionar la canalización según normas de la compañía distribuidora.			
			Precio	Cantidad	Total
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,2	2,04
CD01	h	Capataz	10,84	0,2	2,16
MQ01	h	Pala de carga neumática de 85 CV	33,61	0,05	1,68
MQ02	h	Compactador manual	6,65	0,15	0,99
MT00	m3	Arena de río	22	0,55	12,1
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					18,97
% de Costes Indirectos.....				3%	0,57
TOTAL.....					19,54 €

La partida asciende a diecinueve euros con cincuenta y cuatro céntimos.

Código	Ud.	Descripción			
AH009	m3	<u>RELLENO DE ZANJA POR CALZADA (BT)</u>			
		Relleno localizado en zanjas con Hormigón HM-12,5 colado, vibrado y curado.			
			Precio	Cantidad	Total
CD00	h	Peón ordinario	10,24	0,2	2,04
CD01	h	Capataz	10,84	0,2	2,16
MT01	m3	Hormigón HM-12,5	63,66	0,85	54,11
MQ03	h	Vibrador de hormigón	2,25	0,05	0,11
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					58,42
% de Costes Indirectos.....				3%	1,75
TOTAL.....					60,17 €

La partida asciende a sesenta euros con diecisiete céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH010	m3	<u>INSTALACION RED DE MT BAJO ACERA (una terna de cables MT)</u>			
		Red eléctrica de media tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV, con aislamiento de dieléctrico seco, formados por: conductor de aluminio compacto de sección circular y aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR). Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,14	1,6
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,14	1,56
AH000	m3	Excavación de zanja por acera MT	16,77	1	16,77
AH002	m3	Relleno de zanja por acera MT	18,97	0,9	17,07
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	1	0,18
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
CM00	m	Conductor 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3	67,54
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					112,53
% de Costes Indirectos.....				3%	3,37
TOTAL.....					115,90 €

La partida asciende a ciento quince euros con noventa céntimos.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH011	m3	<u>INSTALACION RED DE MT BAJO ACERA (dos ternas de cables MT)</u>			
		Red eléctrica de media tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV, con aislamiento de dieléctrico seco, formados por: conductor de aluminio compacto de sección circular y aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR). Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,2	2,28
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,2	2,23
AH000	m3	Excavación de zanja por acera MT	16,77	1	16,77
AH002	m3	Relleno de zanja por acera MT	18,97	0,9	17,07
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
MT28	m	Placa de protección	5,33	1	5,33
CM00	m	Conductor 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	6	135,08
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					186,93
% de Costes Indirectos.....				3%	5,6
TOTAL.....					192,53 €

La partida asciende a ciento noventa y dos euros con cincuenta y tres céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción		
AH012	m3	<u>INSTALACION RED DE MT BAJO CALZADA (una terna de cables MT)</u>		
Red eléctrica de media tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV, con aislamiento de dieléctrico seco, formados por: conductor de aluminio compacto de sección circular y aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR). Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.				
			Precio	Cantidad
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,16
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,16
AH001	m3	Excavación de zanja por calzada MT	19,91	1
AH003	m3	Relleno de zanja por calzada MT	58,42	0,9
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	2
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				159,61
% de Costes Indirectos.....				3%
				4,78
				TOTAL..... 164,39 €

La partida asciende a ciento sesenta y cuatro euros con treinta y nueve céntimos.

Código	Ud.	Descripción		
AH013	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO ACERA (una terna de cables BT)</u>		
Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x240 + 1x150 mm ² , formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.				
			Precio	Cantidad
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,14
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,14
AH006	m3	Excavación de zanja por acera BT	16,77	1
AH008	m3	Relleno de zanja por acera BT	18,97	0,9
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	1
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1
CB00	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x240 mm ² Al	8,33	3
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	1
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				75,24
% de Costes Indirectos.....				3%
				2,25
				TOTAL..... 77,49 €

La partida asciende a setenta y siete euros con cuarenta y nueve céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción		
AH014	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO ACERA (una terna de cables BT)</u>		
		Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm ² , formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.		
			Precio	Cantidad
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,14
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,14
AH006	m3	Excavación de zanja por acera BT	16,77	1
AH008	m3	Relleno de zanja por acera BT	18,97	0,9
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	1
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	3
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	1
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				64,57
% de Costes Indirectos.....				3%
				1,93
				TOTAL..... 66,50 €

La partida asciende a setenta y siete euros con cuarenta y nueve céntimos.

Código	Ud.	Descripción		
AH015	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO ACERA (una terna de cables BT)</u>		
		Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x95 + 1x50 mm ² , formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.		
			Precio	Cantidad
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,14
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,14
AH006	m3	Excavación de zanja por acera BT	16,77	1
AH008	m3	Relleno de zanja por acera BT	18,97	0,9
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	1
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	3
CB03	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x50 mm ² Al	2,34	1
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				58,73
% de Costes Indirectos.....				3%
				1,76
				TOTAL..... 60,49 €

La partida asciende a sesenta euros con cuarenta y nueve céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción		
AH016	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO ACERA (dos ternas de cables BT)</u>		
		Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x240 + 1x150 mm ² , formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.		
			Precio	Cantidad
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,3
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,3
AH006	m3	Excavación de zanja por acera BT	16,77	1
AH008	m3	Relleno de zanja por acera BT	18,97	0,9
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1
MT28	m	Placa de protección	5,33	1
CB00	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x240 mm ² Al	8,33	6
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	2
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				114,61
% de Costes Indirectos.....				3%
				3,43
				TOTAL..... 118,04 €

La partida asciende a ciento dieciocho euros con cuatro céntimos.

Código	Ud.	Descripción		
AH017	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO ACERA (dos ternas de cables BT)</u>		
		Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm ² , formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.		
			Precio	Cantidad
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,3
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,3
AH006	m3	Excavación de zanja por acera BT	16,77	1
AH008	m3	Relleno de zanja por acera BT	18,97	0,9
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1
MT28	m	Placa de protección	5,33	1
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	6
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	2
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				93,27
% de Costes Indirectos.....				3%
				2,79
				TOTAL..... 96,06 €

La partida asciende a noventa y seis euros con seis céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción		
AH018	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO ACERA (dos ternas de cables BT)</u>		
		Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x95 + 1x50 mm ² , formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.		
			Precio	Cantidad
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,3
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,3
AH006	m3	Excavación de zanja por acera BT	16,77	1
AH008	m3	Relleno de zanja por acera BT	18,97	0,9
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1
MT28	m	Placa de protección	5,33	1
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	6
CB03	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x50 mm ² Al	2,34	2
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				81,59
% de Costes Indirectos.....				3%
				2,44
				TOTAL..... 84,03 €

La partida asciende a ochenta y cuatro euros con tres céntimos.

Código	Ud.	Descripción		
AH019	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO ACERA (tres ternas de cables BT)</u>		
		Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x240 + 1x150 mm ² (dos ternas) y 3x150 + 1x95 mm ² (una terna), formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.		
			Precio	Cantidad
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,45
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,45
AH006	m3	Excavación de zanja por acera BT	16,77	1
AH008	m3	Relleno de zanja por acera BT	18,97	0,9
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1
MT28	m	Placa de protección	5,33	1
CB00	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x240 mm ² Al	8,33	6
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	5
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	1
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				137,57
% de Costes Indirectos.....				3%
				4,12
				TOTAL..... 141,69 €

La partida asciende a ciento cuarenta y un euros con sesenta y nueve céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción		
AH020	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO CALZADA (una terna de cables BT)</u>		
		Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo calzada, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm ² , formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.		
			Precio	Cantidad
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,14
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,14
AH007	m3	Excavación de zanja por calzada BT	19,91	1
AH009	m3	Relleno de zanja por calzada BT	58,42	0,9
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	1
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	2
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	3
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	1
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				111,02
% de Costes Indirectos.....				3%
				3,33
				TOTAL..... 114,35 €

La partida asciende a ciento catorce euros con treinta y cinco céntimos.

Código	Ud.	Descripción		
AH021	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO CALZADA (dos ternas de cables BT)</u>		
		Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo calzada, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x240 + 1x150 mm ² , formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.		
			Precio	Cantidad
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,3
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,3
AH007	m3	Excavación de zanja por calzada BT	19,91	1
AH009	m3	Relleno de zanja por calzada BT	58,42	0,9
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	3
CB00	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x240 mm ² Al	8,33	6
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	2
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				163,54
% de Costes Indirectos.....				3%
				4,9
				TOTAL..... 168,44 €

La partida asciende a ciento sesenta y ocho euros con cuarenta y cuatro céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción		
AH022	m3	<u>INSTALACION RED DE BT BAJO CALZADA (dos ternas de cables BT)</u>		
Red eléctrica de baja tensión enterrada bajo calzada, realizada con cables conductores RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm ² , formados por: conductor de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.				
			Precio	Cantidad
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,3
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,3
AH007	m3	Excavación de zanja por calzada BT	19,91	1
AH009	m3	Relleno de zanja por calzada BT	58,42	0,9
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	3
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	6
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	2
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				142,2
% de Costes Indirectos.....				3%
				4,26
				TOTAL..... 146,46 €

La partida asciende a ciento cuarenta y seis euros con cuarenta y seis céntimos.

Código	Ud.	Descripción		
AH023	m3	<u>INSTALACION RED DE MT Y BT BAJO ACERA (una terna de cables MT y una de BT)</u>		
Red eléctrica de media y baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV para media tensión y RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm ² para baja tensión, los conductores se colocarán a distintas alturas quedando siempre los de MT en la parte más baja de la zanja. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.				
			Precio	Cantidad
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,3
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,3
AH000	m3	Excavación de zanja por acera MT	16,77	1
AH002	m3	Relleno de zanja por acera MT	18,97	0,9
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1
MT28	m	Placa de protección	5,33	1
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	3
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	1
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				141,23
% de Costes Indirectos.....				3%
				4,23
				TOTAL..... 145,46 €

La partida asciende a ciento cuarenta y cinco euros con cuarenta y seis céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH024	m3	<u>INSTALACION RED DE MT Y BT BAJO ACERA (una terna de cables MT y una de BT)</u> Red eléctrica de media y baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV para media tensión y RV 0,6/1 kV de sección 3x95 + 1x50 mm ² para baja tensión, los conductores se colocarán a distintas alturas quedando siempre los de MT en la parte más baja de la zanja. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,3	3,43
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,3	3,34
AH000	m3	Excavación de zanja por acera MT	16,77	1	16,77
AH002	m3	Relleno de zanja por acera MT	18,97	0,9	17,07
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
MT28	m	Placa de protección	5,33	1	5,33
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3	67,54
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	3	11,4
CB03	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x50 mm ² Al	2,34	1	2,34
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					135,39
% de Costes Indirectos.....				3%	4,06
TOTAL.....					139,45 €

La partida asciende a ciento treinta y nueve euros con cuarenta y cinco céntimos.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH025	m3	<u>INSTALACION RED DE MT Y BT BAJO CALZADA (una terna de cables MT y una de BT)</u> Red eléctrica de media y baja tensión enterrada bajo calzada, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV para media tensión y RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm ² para baja tensión, los conductores se colocarán a distintas alturas quedando siempre los de MT en la parte más baja de la zanja. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,3	3,43
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,3	3,34
AH001	m3	Excavación de zanja por calzada MT	19,91	1	19,91
AH003	m3	Relleno de zanja por calzada MT	58,42	0,9	52,57
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	4	31,24
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3	67,54
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	3	15,78
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	1	3,8
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					197,97
% de Costes Indirectos.....				3%	5,93
TOTAL.....					203,90 €

La partida asciende a doscientos tres euros con noventa céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH026	m3	<u>INSTALACION RED DE MT Y BT BAJO ACERA (una terna de cables MT y dos de BT)</u> Red eléctrica de media y baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV para media tensión y RV 0,6/1 kV de sección 3x240 + 1x150 mm ² para baja tensión, los conductores se colocarán a distintas alturas quedando siempre los de MT en la parte más baja de la zanja. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,45	5,14
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,45	5,01
AH000	m3	Excavación de zanja por acera MT	16,77	1	16,77
AH002	m3	Relleno de zanja por acera MT	18,97	0,85	16,12
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
MT28	m	Placa de protección	5,33	1	5,33
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3	67,54
CB00	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x240 mm ² Al	8,33	6	49,98
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	2	10,52
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					184,58
% de Costes Indirectos.....				3%	5,53
TOTAL.....					190,11 €

La partida asciende a ciento noventa euros con once céntimos.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH027	m3	<u>INSTALACION RED DE MT Y BT BAJO ACERA (una terna de cables MT y dos de BT)</u> Red eléctrica de media y baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV para media tensión y RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm ² para baja tensión, los conductores se colocarán a distintas alturas quedando siempre los de MT en la parte más baja de la zanja. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,45	5,14
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,45	5,01
AH000	m3	Excavación de zanja por acera MT	16,77	1	16,77
AH002	m3	Relleno de zanja por acera MT	18,97	0,85	16,12
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
MT28	m	Placa de protección	5,33	1	5,33
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3	67,54
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	6	31,56
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	2	7,6
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					163,24
% de Costes Indirectos.....				3%	4,89
TOTAL.....					168,13 €

La partida asciende a ciento sesenta y ocho euros con trece céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción		
AH028	m3	<u>INSTALACION RED DE MT Y BT BAJO ACERA (una terna de cables MT y dos de BT)</u> Red eléctrica de media y baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV para media tensión y RV 0,6/1 kV de sección 3x95 + 1x50 mm ² para baja tensión, los conductores se colocarán a distintas alturas quedando siempre los de MT en la parte más baja de la zanja. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.		
			Precio	Cantidad
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,45
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,45
AH000	m3	Excavación de zanja por acera MT	16,77	1
AH002	m3	Relleno de zanja por acera MT	18,97	0,85
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1
MT28	m	Placa de protección	5,33	1
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	6
CB03	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x50 mm ² Al	2,34	2
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				151,56
% de Costes Indirectos.....				3%
				4,54
				TOTAL..... 156,10 €

La partida asciende a ciento cincuenta y seis euros con diez céntimos.

Código	Ud.	Descripción		
AH029	m3	<u>INSTALACION RED DE MT Y BT BAJO CALZADA (una terna de cables MT y dos de BT)</u> Red eléctrica de media y baja tensión enterrada bajo calzada, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV para media tensión y RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm ² para baja tensión, los conductores se colocarán a distintas alturas quedando siempre los de MT en la parte más baja de la zanja. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.		
			Precio	Cantidad
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,45
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,45
AH001	m3	Excavación de zanja por calzada MT	19,91	1
AH003	m3	Relleno de zanja por calzada MT	58,42	0,8
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	5
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	6
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	2
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				222,9
% de Costes Indirectos.....				3%
				6,68
				TOTAL..... 229,58 €

La partida asciende a doscientos veintinueve euros con cincuenta y ocho céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial

Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH030	m3	<u>INSTALACION RED DE MT Y BT BAJO ACERA (dos ternas de cables MT y dos de BT)</u> Red eléctrica de media y baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV para media tensión y RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm ² para baja tensión, los conductores se colocarán a distintas alturas quedando siempre los de MT en la parte más baja de la zanja. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,6	6,86
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,6	6,69
AH000	m3	Excavación de zanja por acera MT	16,77	1	16,77
AH002	m3	Relleno de zanja por acera MT	18,97	0,8	15,17
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
MT28	m	Placa de protección	5,33	1	5,33
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	6	135,08
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	6	31,56
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	2	7,6
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					233,23
% de Costes Indirectos.....				3%	6,99
TOTAL.....					240,22 €

La partida asciende a doscientos cuarenta euros con veintidos céntimos.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH031	m3	<u>INSTALACION RED DE MT Y BT BAJO ACERA (una terna de cables MT y tres de BT)</u> Red eléctrica de media y baja tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x240) mm ² Al 12/20 kV para media tensión y RV 0,6/1 kV de sección 3x150 + 1x95 mm ² para baja tensión, los conductores se colocarán a distintas alturas quedando siempre los de MT en la parte más baja de la zanja. Incluye excavación y relleno de zanja, montaje de cables conductores, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera. Los productos sobrantes de la excavación serán retirados y transportados al vertedero. Se incluyen pruebas de rigidez dieléctrica.			
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	0,6	6,86
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	0,6	6,69
AH000	m3	Excavación de zanja por acera MT	16,77	1	16,77
AH002	m3	Relleno de zanja por acera MT	18,97	0,8	15,17
MT26	m	Cinta señalizadora	0,18	2	0,36
MT27	m	Tubo rígido de PVC, diámetro 160 mm	7,81	1	7,81
MT28	m	Placa de protección	5,33	1	5,33
CM00	m	Cond. 1x240 Al HEPRZ1 12/20 kV	22,514	3	67,54
CB01	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x150 mm ² Al	5,26	9	47,34
CB02	m	Cond. RV 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al	3,8	3	11,4
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					185,27
% de Costes Indirectos.....				3%	5,55
TOTAL.....					190,82 €

La partida asciende a ciento noventa euros con ochenta y dos céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

4.1.2.- Centros de Transformación PFU.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH032	Ud	EDIFICIO PREFABRICADO DE ORMAZABAL PFU-4/20 Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-4/20, de dimensiones generales aproximadas 4.480 mm de largo por 2.380 mm de fondo por 3.045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje y accesorios.			
CT00	Ud	Obra civil	6.576	1	6.576
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					6.576
% de Costes Indirectos.....					3% 197,28
TOTAL.....					6.773,28 €

La partida asciende a seis mil setecientos setenta y tres euros con veintiocho céntimos.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH033	Ud	EQUIPOS DE MEDIA TENSION PARA C.T. PFU-4/20 Entrada / Salida 1: CGMcosmos L-24. Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1.740 mm • Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.			
CT01	Ud		2.319	1	2.319
CT02	Ud	E/S2,E/S3,PT1: CGMcosmos (2L + P) - 24. Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, extensible y preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 21 kA / 52,5 kA • Dimensiones: 1.190 mm / 735 mm / 1.740 mm • Mando 1: manual tipo B • Mando 2: manual tipo B • Mando (fusibles): manual tipo BR Se incluyen el montaje y conexión.			
			7.902	1	7.902
CT03	Ud	Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV. Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152. En el otro extremo son del tipo enchufable recta y modelo K-152.			
			997	1	997
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					11.218
% de Costes Indirectos.....					3% 336,54
TOTAL...					11.554,54 €

La partida asciende a once mil quinientos cincuenta y cuatro euros con cincuenta y cuatro céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción		
AH034	Ud	EQUIPO DE POTENCIA PARA C.T. PFU-4/20		
		Transformador 1: Transformador silicona 24 kV.		
CT04	Ud	Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural silicona, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.		
		Se incluye también una protección con Termómetro.		
		Precio	Cantidad	Total
		7.007	1	7.007
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				7.007
% de Costes Indirectos.....				3% 210,21
TOTAL.....				7.217,21 €

La partida asciende a siete mil doscientos diecisiete euros con veintiún céntimos.

Código	Ud.	Descripción		
AH035	Ud	EQUIPOS DE BAJA TENSION PARA C.T. PFU-4/20		
		Cuadros BT - B2 Transformador 1: Cuadros Baja Tensión.		
CT05	Ud	Cuadro de BT UNESA, con 4 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria.		
		Precio	Cantidad	Total
		1.598	1	1.598
		Puentes BT - B2 Transformador 1.		
CT06	Ud	Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.		
		Precio	Cantidad	Total
		389	1	389
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				1.987
% de Costes Indirectos.....				3% 59,61
TOTAL...				2.046,61 €

La partida asciende a dos mil cuarenta y seis euros con sesenta y un céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción		
AH036	Ud	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA C.T. PFU-4/20		
Instalaciones de tierras exteriores				
		Tierras Exteriores Prot. Transformación: Anillo rectangular. Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.		
CT07	Ud	Características: <ul style="list-style-type: none">• Geometría: Anillo rectangular• Profundidad: 0,5 m• Número de picas: cuatro• Longitud de picas: 2 metros• Dimensiones del rectángulo: 5.0x2.5 m		
			Precio	Cantidad
			1.223	1
			Total	
			1.223	
		Tierras Exteriores Serv. Transformación: Picas alineadas. Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.		
CT08	Ud	Características: <ul style="list-style-type: none">• Geometría: Picas alineadas• Profundidad: 0,8 m• Número de picas: dos• Longitud de picas: 2 metros• Distancia entre picas: 3 metros		
			Precio	Cantidad
			601	1
			Total	
			601	
Instalaciones de tierras interiores				
		Tierras Interiores Prot. Transformación: Instalación interior tierras. Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.		
CT09	Ud			
			Precio	Cantidad
			403	1
			Total	
			403	
		Tierras Interiores Serv. Transformación: Instalación interior tierras. Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.		
CT10	Ud			
			Precio	Cantidad
			403	1
			Total	
			403	
TOTAL (sin Costes Indirectos).....			2.630	
% de Costes Indirectos.....			3%	78,9
			TOTAL...	2.708,90 €
La partida asciende a dos mil setecientos ocho euros con noventa céntimos.				

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción		
AH037	Ud	ELEMENTOS EXTRA PARA C.T. PFU-4/20		
		Defensa de Transformadores		
CT11	Ud	Protección metálica para defensa del transformador.		
			Precio	Cantidad
			233	1
				Total
				233
		Iluminación del Edificio de Transformación		
CT12	Ud	Equipo de iluminación compuesto de: <ul style="list-style-type: none"> • Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT. • Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local. 		
			Precio	Cantidad
			389	1
				Total
				389
		Equipo de seguridad y maniobra		
CT13	Ud	Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: <ul style="list-style-type: none"> • Banquillo aislante • Par de guantes de amianto • Extintor de eficacia 89B • Una palanca de accionamiento • Armario de primeros auxilios 		
			Precio	Cantidad
			480	1
				Total
				480
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				1.102
% de Costes Indirectos.....				3%
				33,06
		TOTAL...		1.135,06 €
La partida asciende a mil ciento treinta y cinco euros con seis céntimos.				

4.1.3.- Centros de Transformación MINIBLOK.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH038	Ud	EDIFICIO PREFABRICADO DE ORMAZABAL MINIBLOK-24 Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo miniBLOK - 24, de dimensiones generales aproximadas 2.100 mm de largo por 2.100 mm de fondo por 2.240 mm de alto. Incluye el edificio, todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje, accesorios y apartamentación interior que está formada sobre un bastidor.			
CT14	Ud	Obra civil	5.114	1	5.114
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					5.114
% de Costes Indirectos.....					3% 153,42
TOTAL.....					5.267,42 €

La partida asciende a cinco mil doscientos sesenta y siete euros con cuarenta y dos céntimos.

Código	Ud.	Descripción	Precio	Cantidad	Total
AH039	Ud	EQUIPOS DE MEDIA TENSION PARA C.T. MINIBLOK-24 E/S1,E/S2,PT1: CGMcosmos (2L + P) - 24. Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, extensible y preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 21 kA / 52,5 kA • Dimensiones: 1.190 mm / 735 mm / 1.300 mm • Mando 1: manual tipo B • Mando 2: manual tipo B • Mando (fusibles): manual tipo BR Se incluyen el montaje y conexión.			
CT15	Ud		7.902	1	7.902
CT16	Ud	Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV. Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K-158-LR. En el otro extremo son del tipo enchufable acodada y modelo K-158-LR.			
			997	1	997
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					8.899
% de Costes Indirectos.....					3% 266,97
TOTAL...					9.165,97 €

La partida asciende a nueve mil ciento sesenta y cinco euros con noventa y siete céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción		
AH040	Ud	EQUIPO DE POTENCIA PARA C.T. MINIBLOK-24		
CT17	Ud	Transformador 1: Transformador aceite 24 kV. Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.		
			Precio	Cantidad
			6.000	1
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				6.000
% de Costes Indirectos.....				3%
				180
			TOTAL..... 6.180,00 €	

La partida asciende a seis mil ciento ochenta euros

Código	Ud.	Descripción		
AH041	Ud	EQUIPOS DE BAJA TENSION PARA C.T. MINIBLOK-24		
CT18	Ud	Cuadros BT - B2 Transformador 1: Cuadros Baja Tensión. Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria.		
			Precio	Cantidad
			1.598	1
CT19	Ud	Puentes BT - B2 Transformador 1. Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.		
			Precio	Cantidad
			389	1
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				1.987
% de Costes Indirectos.....				3%
				59,61
			TOTAL... 2.046,61 €	

La partida asciende a dos mil cuarenta y seis euros con sesenta y un céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH042	Ud	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA C.T. MINIBLOK-24			
Instalaciones de tierras exteriores					
CT20	Ud	Tierras Exteriores Prot. Transformación: Anillo rectangular. Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro.			
		Características:			
		• Geometría: Anillo rectangular			
		• Profundidad: 0,5 m			
		• Número de picas: cuatro			
		• Longitud de picas: 2 metros			
		• Dimensiones del rectángulo: 3.0x3.0 m			
		Precio	Cantidad	Total	
		1.223	1	1.223	
CT08	Ud	Tierras Exteriores Serv. Transformación: Picas alineadas. Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.			
		Características:			
		• Geometría: Picas alineadas			
		• Profundidad: 0,8 m			
		• Número de picas: dos			
		• Longitud de picas: 2 metros			
		• Distancia entre picas: 3 metros			
		Precio	Cantidad	Total	
		601	1	601	
Instalaciones de tierras interiores					
CT09	Ud	Tierras Interiores Prot. Transformación: Instalación interior tierras. Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartamentada de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.			
		Precio	Cantidad	Total	
		403	1	403	
CT10	Ud	Tierras Interiores Serv. Transformación: Instalación interior tierras. Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.			
		Precio	Cantidad	Total	
		403	1	403	
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				2.630	
% de Costes Indirectos.....				3%	78,9
TOTAL...				2.708,90 €	
La partida asciende a dos mil setecientos ocho euros con noventa céntimos.					

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción		
AH043	Ud	ELEMENTOS EXTRA PARA C.T. MINIBLOK-24		
		Iluminación del Edificio de Transformación		
CT21	Ud	Equipo de iluminación compuesto de: Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.		
			Precio	Cantidad
			250	1
				Total
				250
		Equipo de seguridad y maniobra		
CT22	Ud	Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: • Par de guantes de amianto • Una palanca de accionamiento		
			Precio	Cantidad
			200	1
				Total
				200
TOTAL (sin Costes Indirectos).....				450
% de Costes Indirectos.....				3%
				13,5
TOTAL...				463,50 €
La partida asciende a cuatrocientos sesenta y tres euros con cincuenta céntimos.				

4.1.4.- Cajas generales de protección.

Código	Ud.	Descripción			
AH044	Ud	<u>INSTALACION CAJA GENERAL DE PROTECCION</u>			
		Instalación de caja general de protección de 250 A incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 250 A para protección de la línea general de alimentación situada en fachada o nicho mural. Totalmente instalada.			
			Precio	Cantidad	Total
CD04	h	Oficial de primera	10,71	2,5	26,77
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	2	22,88
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	2	22,3
CD00	h	Peón ordinario	10,24	1,25	12,8
MT29	m3	Hormigón H-200/40 elaborado en obra	96,26	0,15	14,44
CGP00	Ud	Caja General de Protección CGP-10	368	1	368
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					467,19
% de Costes Indirectos.....				3%	14,01
TOTAL.....					481,20 €

La partida asciende a cuatrocientos ochenta y un euros con veinte céntimos.

Código	Ud.	Descripción			
AH045	Ud	<u>INSTALACION CAJA GENERAL DE PROTECCION Y MEDIDA</u>			
		<u>(1 abonado)</u>			
		Instalación de caja general de protección y medida para suministro monofásico hasta 63 A a un solo abonado, además también se incluye el armario de seccionamiento. Totalmente instalada.			
			Precio	Cantidad	Total
CD04	h	Oficial de primera	10,71	2,75	29,45
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	2,5	28,6
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	2,5	27,87
CD00	h	Peón ordinario	10,24	1,75	17,92
MT29	m3	Hormigón H-200/40 elaborado en obra	96,26	0,3	28,87
CGP01	Ud	Caja GPM CPM1-D2-M	110,2	1	110,2
CGP02	Ud	Armario de sección. CS-250/400-E	351	1	351
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					593,91
% de Costes Indirectos.....				3%	17,81
TOTAL.....					611,72 €

La partida asciende a seiscientos once euros con setenta y dos céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Descripción			
AH046	Ud	<u>INSTALACION CAJA GENERAL DE PROTECCION Y MEDIDA</u> <u>(2 abonados)</u>			
		Instalación de caja general de protección y medida para suministro monofásico hasta 63 A a dos abonados, además también se incluye el armario de seccionamiento. Totalmente instalada.			
			Precio	Cantidad	Total
CD04	h	Oficial de primera	10,71	2,75	29,45
CD02	h	Oficial 1ª electricista	11,44	2,5	28,6
CD03	h	Oficial 2ª electricista	11,15	2,5	27,87
CD00	h	Peón ordinario	10,24	1,75	17,92
MT29	m3	Hormigón H-200/40 elaborado en obra	96,26	0,3	28,87
CGP01	Ud	Caja GPM CPM3-D2/2-M	266,16	1	266,16
CGP02	Ud	Armario de sección. CS-250/400-E	351	1	351
TOTAL (sin Costes Indirectos).....					749,87
% de Costes Indirectos.....				3%	22,49
TOTAL.....					772,36 €

La partida asciende a setecientos setenta y dos euros con treinta y seis céntimos.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

4.2.- Presupuestos totales.

4.2.1.- Instalaciones de MT y BT.

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Precio	Total
AH010	m3	101	Instalación red de MT bajo acera (una terna de cables MT)	115,90	11.705,90
AH011	m3	25	Instalación red de MT bajo acera (dos ternas de cables MT)	192,53	4.813,25
AH012	m3	80	Instalación red de MT bajo calzada (una terna de cables MT)	164,39	13.151,20
AH013	m3	169	Instalación red de BT bajo acera (una terna de cables BT: 3x240 + 1x150)	77,49	13.095,81
AH014	m3	391	Instalación red de BT bajo acera (una terna de cables BT: 3x150 + 1x95)	66,50	26.001,50
AH015	m3	115	Instalación red de BT bajo acera (una terna de cables BT: 3x95 + 1x50)	60,49	6.956,35
AH016	m3	334	Instalación red de BT bajo acera (dos ternas de cables BT: 2x(3x240 + 1x150))	118,04	39.425,36
AH017	m3	183	Instalación red de BT bajo acera (dos ternas de cables BT: 2x(3x150 + 1x95))	96,06	17.578,98
AH018	m3	42	Instalación red de BT bajo acera (dos ternas de cables BT: 2x(3x95 + 1x50))	84,03	3.529,26
AH019	m3	12	Instalación red de BT bajo acera (tres ternas de cables BT: 2x(3x240 + 1x150) + 1x(3x150 + 1x95))	141,69	1.700,28
AH020	m3	11	Instalación red de BT bajo calzada (una terna de cables BT: 3x150 + 1x95)	114,35	1.257,85
AH021	m3	47	Instalación red de BT bajo calzada (dos ternas de cables BT: 2x(3x240 + 1x150))	168,44	7.916,68
AH022	m3	19	Instalación red de BT bajo calzada (dos ternas de cables BT: 2x(3x150 + 1x95))	146,46	2.782,74
AH023	m3	206	Instalación red de MT y BT bajo acera (una terna de cables MT y una de BT: 3x150 + 1x95)	145,46	29.964,76
AH024	m3	28	Instalación red de MT y BT bajo acera (una terna de cables MT y una de BT: 3x95 + 1x50)	139,45	3.904,60
AH025	m3	8	Instalación red de MT y BT bajo calzada (una terna de cables MT y una de BT: 3x150 + 1x95)	203,90	1.631,20
AH026	m3	208	Instalación red de MT y BT bajo acera (una terna de cables MT y dos de BT: 2x(3x240 + 1x150))	190,11	39.542,88
AH027	m3	161	Instalación red de MT y BT bajo acera (una terna de cables MT y dos de BT: 2x(3x150 + 1x95))	168,13	27.068,93
AH028	m3	55	Instalación red de MT y BT bajo acera (una terna de cables MT y dos de BT: 2x(3x95 + 1x50))	156,10	8.585,50

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Precio	Total
AH029	m3	9	Instalación red de MT y BT bajo calzada (una terna de cables MT y dos de BT: 2x(3x150 + 1x95))	229,58	2.066,22
AH030	m3	4	Instalación red de MT y BT bajo acera (dos ternas de cables MT y dos de BT: 2x(3x150 + 1x95))	240,22	960,88
AH031	m3	35	Instalación red de MT y BT bajo acera (una terna de cables MT y tres de BT: 3x(3x150 + 1x95))	190,82	6.678,70
AH044	Ud	65	Instalación Caja General de Protección	481,20	31.278
AH045	Ud	2	Instalación Caja General de Protección y Medida (1 abonado)	611,72	1.223,44
AH046	Ud	178	Instalación Caja General de Protección y Medida (2 abonados)	772,36	137.480,08
AH047	Ud	1	Derivación Línea de Media Tensión	743,37	743,37
AH050	Ud	1	Entronque Aéreo-Subterráneo	4.351,55	4.351,55
AH051	Ud	4	Empalmes Conductor MT	178,62	714,48
AH052	Ud	8	Empalmes Conductor BT 240 mm ² (SJ2)	33,90	271,20
AH053	Ud	7	Empalmes Conductor BT 150 mm ² (SJ2)	33,90	237,30
AH054	Ud	3	Empalmes Conductor BT 95 mm ² (SJ1)	32,10	96,30
TOTAL INSTALACIONES DE MT Y BT.....				446.714,55 €	
La partida asciende a un total de cuatrocientos cuarenta y seis mil setecientos catorce euros con cincuenta y cinco céntimos					

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

4.2.2.- Instalaciones de los CT.

Código	Ud.	Cantidad	Descripción	Precio	Total
AH032	Ud	1	Edificio prefabricado de Ormazabal PFU-4/20	6.773,28	6.773,28
AH033	Ud	1	Equipos de Media Tensión para CT PFU-4/20	11.554,54	11.554,54
AH034	Ud	1	Equipo de Potencia para CT PFU-4/20	7.217,21	7.217,21
AH035	Ud	1	Equipos de Baja Tensión para CT PFU-4/20	2.046,61	2.046,61
AH036	Ud	1	Sistema de Puesta a Tierra para CT PFU-4/20	2.708,90	2.708,90
AH037	Ud	1	Elementos extra para CT PFU-4/20	1.135,06	1.135,06
AH038	Ud	9	Edificio prefabricado de Ormazabal MINIBLOK-24	5.267,42	47.406,78
AH039	Ud	9	Equipos de Media Tensión para CT MINIBLOK-24	9.165,97	82.493,73
AH040	Ud	9	Equipo de Potencia para CT MINIBLOK-24	6.180	55.620
AH041	Ud	9	Equipos de Baja Tensión para CT MINIBLOK-24	2.046,61	18.419,49
AH042	Ud	9	Sistema de Puesta a Tierra para CT MINIBLOK-24	2.708,90	24.380,10
AH043	Ud	9	Elementos extra para CT MINIBLOK-24	463,5	4.171,50
AH051	Ud	1	Fusibles BT Tipo NH gL/gG de 100 A en cajas de 3 unidades	12,05	12,05
AH052	Ud	2	Fusibles BT Tipo NH gL/gG de 125 A en cajas de 3 unidades	12,05	24,1
AH053	Ud	2	Fusibles BT Tipo NH gL/gG de 160 A en cajas de 3 unidades	12,05	24,1
AH054	Ud	5	Fusibles BT Tipo NH gL/gG de 200 A en cajas de 3 unidades	12,05	60,25
AH055	Ud	2	Fusibles BT Tipo NH gL/gG de 250 A en cajas de 3 unidades	12,05	24,1
AH056	Ud	3	Fusibles BT Tipo NH gL/gG de 315 A en cajas de 3 unidades	16,27	48,81
TOTAL INSTALACIONES DE LOS CT.....				264.120,61 €	
La partida asciende a un total de doscientos sesenta y cuatro mil ciento veinte euros con sesenta y un céntimos					

4.2.3.- Presupuesto total del proyecto.

Instalaciones de MT y BT.....	446.714,55 €
Instalaciones de los CT.....	264.120,61 €
Presupuesto de Ejecución de Material.....	710.835,16 €
13% Gastos Generales.....	92.408,57 €
6% Beneficio Industrial.....	42.650,11 €
Presupuesto de Ejecución de Contrato.....	845.893,84 €
16% IVA.....	135.343,01 €
Presupuesto de Licitación.....	981.236,85 €

El presupuesto de licitación del proyecto de “Electrificación de un polígono residencial” asciende a la cantidad total de novecientos ochenta y un mil doscientos treinta y seis euros con ochenta y cinco céntimos.

Firmado:

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad
Antonio Rubio Robles
D.N.I.: 48509280-A

Cartagena, 14 de Septiembre de 2009

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL

PLANOS



Proyecto Fin de Carrera realizado por:

Antonio Rubio Robles

Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad

Tutores de Proyecto: Juan José Portero Rodríguez, Alfredo Conesa Tejerina

Curso 2008/2009

PLANOS

Indice

5.- Planos

- Plano N° 1:** Situación y emplazamiento.
- Plano N° 2:** Red de Media Tensión.
- Plano N° 3:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 1.
- Plano N° 4:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 2.
- Plano N° 5:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 3.
- Plano N° 6:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 4.
- Plano N° 7:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 5.
- Plano N° 8:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 6.
- Plano N° 9:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 7.
- Plano N° 10:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 8.
- Plano N° 11:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 9.
- Plano N° 12:** Redes de Baja Tensión en anillo del Centro de Transformación número 10.
- Plano N° 13:** Zanjas para conductores bajo acera.
- Plano N° 14:** Zanjas para conductores bajo calzada.
- Plano N° 15:** Derivación y Entronque aéreo-subterráneo.
- Plano N° 16:** Centro de Transformación PFU.
- Plano N° 17:** Centro de Transformación MINIBLOK.
- Plano N° 18:** Esquema unifilar CT PFU.
- Plano N° 19:** Esquema unifilar CT MINIBLOK.
- Plano N° 20:** Red de Puesta a Tierra de los Centros de Transformación

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL

ANEXOS



Proyecto Fin de Carrera realizado por:
Antonio Rubio Robles
Alumno Ingeniería Técnica Industrial Esp. Electricidad
Tutores de Proyecto: Juan José Portero Rodríguez, Alfredo Conesa Tejerina

Curso 2008/2009

ANEXOS

Indice

Anexos

Anexo 1: Cable subterráneo de Baja Tensión.....	3
Anexo 2: Cajas Generales de Protección.....	12
Anexo 3: Cajas Generales de Protección y Medida. Armarios de distribución.....	38
Anexo 4: Cable subterráneo de Media Tensión.....	59
Anexo 5: Centros de Transformación tipo PFU y MINIBLOK.....	82

ANEXO 1

CABLE SUBTERRANEO DE BAJA TENSIÓN (RV 0,6/1 KV AL)

1 Objeto y campo de aplicación

Esta Norma (56.31.21) especifica las características que deben reunir y los ensayos que han de superar los cables unipolares de BT, con conductores de aluminio, tipo RV, destinados principalmente a las redes subterráneas de baja tensión a instalar en el ámbito de Iberdrola.

2 Normas de consulta

NI 00.08.00: Calificación de suministradores y productos tipificados.

UNE 21 022: Conductores de cables aislados.

UNE 21 167-1: Bobinas de madera para cables aislados. Características generales.

UNE HD 603-5N: Cables de distribución de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 5: Cables aislados con XLPE, no armados. Sección N: Cables sin conductor concéntrico (Tipo 5N).

3 Tipos normalizados, características esenciales y códigos

Los tipos normalizados y las características esenciales son los que figuran en la tabla 1:

Tabla 1

Tipos normalizados y características esenciales

Tipo constructivo	Tensión nominal kV	Sección mm ²	Nº mínimo alambres	Suministro Long \pm 2% m	Tipo bobina UNE 21 167-1	Código
RV	0,6/1	1 x 50	6	1600	10	5631225
		1 x 95	15	950	10	5631235
		1 x 150	15	1100	12	5631245
		1 x 240	30	750	12	5631255

La constitución del cable (ver figura 1) será la siguiente:

- Conductor: aluminio, sección circular, clase 2 UNE 21 022.
- Aislamiento: polietileno reticulado (R).
- Cubierta: PVC (V).

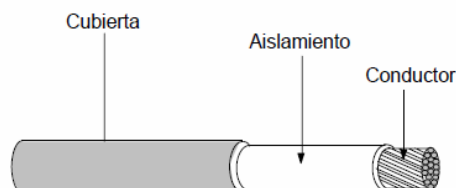


Fig. 1: Constitución del cable

4 Características y ensayos

Estos cables responderán a lo establecido en la UNE HD 603-5N.

5 Designación

Estos cables se designarán mediante una serie de siglas y números cuyo significado es el siguiente:

- RV: aislamiento de polietileno reticulado (R) y Cubierta de PVC (V).
- 0,6/1 kV: tensión asignada del cable.
- Sección: valor, en mm² de la sección del conductor.
- K: conductor circular y compacto.
- Al: conductor de aluminio.

Ejemplo de denominación:

Cable RV 0,6/1 kV 1x150 K Al NI 56.31.21.

6 Marcas

Llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante.
- Designación completa.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Indicación de calidad concertada (cuando la tenga)

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

7 Utilización

En las instalaciones de líneas subterráneas de BT a construir por Iberdrola o por terceros que posteriormente pasarán a ser explotadas por Iberdrola, se utilizará en las derivaciones o acometidas a las CGP (cajas generales de protección), y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT.

8 Suministro

Estos cables se suministran en bobinas indicadas en la tabla 1 y en las longitudes allí reflejadas de suministro, con una tolerancia de $\pm 2\%$.

Se aceptarán hasta un 5% de bobinas con longitudes de cable diferentes a las fijadas, siempre que esta diferencia no sea superior al 50%.

El cierre de las bobinas se realizará con duelas de madera. Iberdrola podrá, no obstante, admitir otros sistemas (Ver Anexo A).

Los extremos de los cables, irán protegidos contra la penetración de agua, mediante un capuchón retráctil, o por otro método aprobado por Iberdrola.

9 Calificación y recepción

9.1 Calificación

Con carácter general, la inclusión de suministradores y productos se realizará siempre de acuerdo con lo establecido en la Norma NI 00.08.00: "Calificación de suministradores y productos tipificados".

La calificación incluirá la realización de los ensayos y verificaciones indicados en los capítulos 4 y 6 de esta Norma.

Iberdrola se reserva el derecho de repetir ciertos ensayos realizados previamente por el fabricante o en los procesos de obtención de marcas de calidad.

Después del proceso de fabricación, se elaborará por cada fabricante y modelo un anexo de gestión de calidad a realizar por Iberdrola.

9.2 Recepción

Los criterios de recepción podrán variar a juicio de Iberdrola, en función del Sistema de Calidad Implantado en fábrica y de la relación Iberdrola- Suministrador, en lo que respecta a este producto (experiencia acumulada, calidad concertada, etc.). En principio se seguirá el criterio establecido en la UNE HD 603-5N.

ANEXO A

A.1 Suministro: cierre de las bobinas

Generalidades

Aún cuando en la norma se establece que el cierre de las bobinas se realice mediante duelas de madera, Iberdrola podrá admitir otros sistemas.

Para la aprobación de un determinado sistema el fabricante del cable o, en su caso, el fabricante del sistema de cierre, presentará su o sus alternativas a Iberdrola quien, en caso de que, a su juicio, sea satisfactorio, lo autorizará y lo incluirá expresamente en la norma NI del cable correspondiente, tal y como a continuación se indica.

A.1.1 Sistemas alternativos aprobados

A.1.1.1 Sistema de láminas de fibras de madera (Nolco Flex).- Constituido por láminas de fibras de madera protegidas con plástico exteriormente, este embalaje resulta hidrófugo y cumple las siguientes características:

- Resistencia a la penetración $\geq 350 \text{ daN/cm}^2$.
- Resistencia a la flexión $\geq 14 \text{ N/mm}^2$.

Proyecto Fin de Carrera: Electrificación de un Polígono Residencial
Autor: Antonio Rubio Robles

- Resistencia a la compresión: reducción máxima del espesor de la lámina en un 50% cuando se aplican $\geq 15 \text{ daN/cm}^2$.



CABLES DE BAJA TENSIÓN



SÍMBOLOS



- NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA – UNE-EN 50265 – IEC 60332.1



- NO PROPAGACIÓN DEL INCENDIO – UNE-EN 50266 – IEC 60332.3



- RESISTENTE AL FUEGO – UNE-EN 50200 – IEC 60331



- BAJA OPACIDAD DE LOS HUMOS EMITIDOS – UNE-EN 50268 – IEC 61034



- LIBRE DE HALÓGENOS – UNE-EN 50267-2-1 – IEC 60754.1



- BAJA ACIDEZ Y CORROSIVIDAD DE LOS GASES EMITIDOS – UNE-EN 50267-2-2 Y 2-3 – IEC 60754.2



- PROTECCIÓN MECÁNICA CONTRA ROEDORES



- CONDUCTOR FLEXIBLE



- RESISTENCIA MECÁNICA



- SERVICIOS DUROS



- RESISTENCIA A LA INTEMPERIE



- RESISTENCIA A LOS ACEITES MINERALES



- RESISTENCIA A LOS HIDROCARBUROS – ED-P16



- REDUCIDO RADIO DE CURVATURA



- PROTECCIÓN FRENTE A LAS INTERFERENCIAS ELECTROMAGNÉTICAS



- ESTANCO



- TRABAJO A MUY BAJA TEMPERATURA (-40 °C)

ENERGY RV AI



Tensión 0,6/1 kV



NORMAS CONSTRUCTIVAS:	NACIONAL/EUROPEA	INTERNACIONAL
IEC 60502 HD 603 (CENELEC)	UNE-EN 50265	IEC 60332.1

CONSTRUCCIÓN:

- 1.- **CONDUCTOR:**
Aluminio semirígido clase 2.
- 2.- **AISLAMIENTO:**
Polietileno reticulado (R).
- 3.- **CUBIERTA:**
Policloruro de vinilo (V).

APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

Cable de distribución de energía de baja tensión para instalaciones al aire, entubadas y/o enterradas.

Temperatura máxima del conductor en servicio permanente 90°C.

Los cables ENERGY RV AI son productos certificados con la marca AENOR.

Los cables ENERGY RV AI cumplen en toda su gama con la No Propagación de la llamas según UNE-EN 50265 (correspondiente norma internacional IEC 60332.1).

